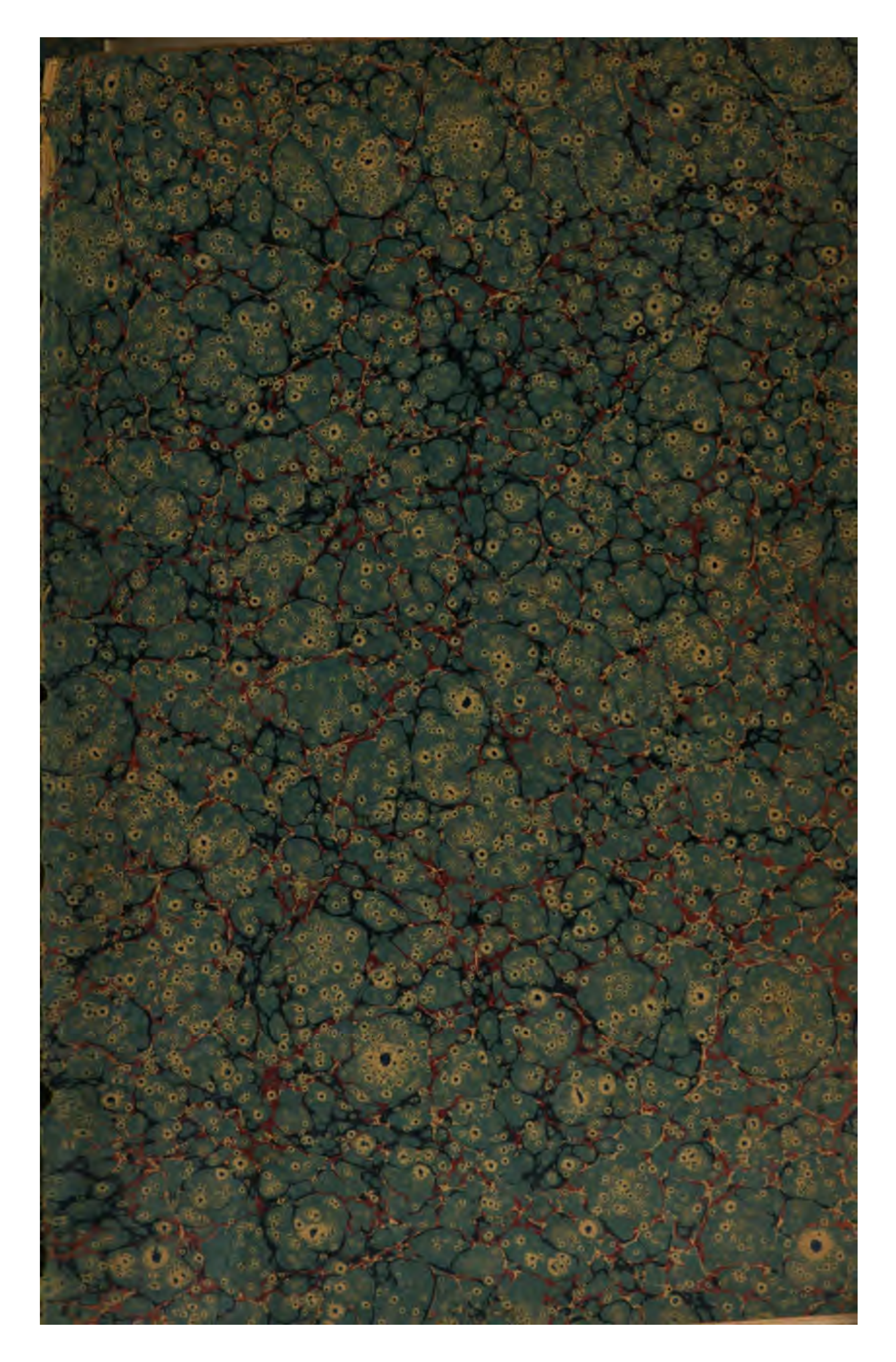

SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS
AGRIC.
LIBRARY



AG

# ANNALES AGRONOMIQUES

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# ANNALES
# AGRONOMIQUES

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES

DU

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

(Direction de l'Agriculture)

PAR

**M. P.-P. DEHÉRAIN**

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE
ET DE CHIMIE AGRICOLE A L'ÉCOLE DE GRIGNON

---

TOME QUATORZIÈME

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

**120, Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon**

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1888

# ANNALES AGRONOMIQUES

---

## CULTURES EXPÉRIMENTALES

## DE WARDRECQUES (PAS-DE-CALAIS) ET DE BLARINGHEM (NORD)

TROISIÈME ANNÉE[1]

PAR MM.

**E. PORION**
Président de la Société d'agriculture de Saint-Omer

ET

**P.-P. DEHÉRAIN.**
Membre de l'Académie des sciences.

### PREMIÈRE PARTIE

### I. — La culture du blé en 1887.

Les résultats obtenus en 1885 et en 1886 dans la culture du blé, à Wardrecques et à Blaringhem, ont montré que la variété à épi carré, sélectionnée depuis plusieurs années, conduisait à des rendements à l'hectare beaucoup plus élevés que les espèces habituellement semées.

Les communications adressées à l'Académie des sciences, dans lesquelles ces résultats ont été signalés, ont été reproduites et commentées par la presse; une correspondance très active s'est établie, et nous avons été heureux de répondre aux nombreuses demandes de renseignements, de blé de semence qui nous ont été faites.

En effet, en fournissant à des cultivateurs de diverses régions une graine d'origine certaine, en entretenant avec eux des relations suivies, nous étions en quelque sorte autorisés à les prier de con-

1. Voy. *Ann. agron.*, t. XII, p. 49 et t. XIII, p. 5.

tribuer à l'œuvre que nous avons entreprise, à savoir : relever la culture du blé, en augmentant le rendement à l'hectare.

Il était intéressant, en effet, de savoir si la variété qui nous donne dans la région septentrionale d'excellents résultats en fournirait d'analogues dans d'autres climats et sur d'autres sols, et nous pouvions en être instruits en demandant aux cultivateurs qui avaient reçu du blé de semence quels résultats ils en avaient obtenu. Au mois de juin dernier nous leur avons adressé un très grand nombre de questionnaires dont on trouvera plus loin la reproduction ainsi que celle de la lettre d'envoi.

Nous n'ignorons pas combien il est difficile à un cultivateur absorbé par la préoccupation de rentrer sa récolte en temps utile, de s'astreindre à exécuter des pesées rigoureuses, nous savons, par ce qui se passe à Wardrecques et Grignon, quels soins exigent les expériences de culture, à quelles dépenses d'argent et de temps elles entraînent; aussi, sommes-nous profondément reconnaissants aux cultivateurs, malheureusement moins nombreux que nous ne le désirions, qui ont bien voulu répondre au questionnaire que nous leur avons adressé, et qui nous ont permis de publier leurs réponses; peut-être leur peine ne sera-t-elle pas perdue, car il nous semble qu'il se dégage de la comparaison des résultats obtenus quelques règles qui pourront servir à guider les praticiens, de plus en plus nombreux, qui estiment qu'il est du plus haut intérêt de choisir une variété bien appropriée à leur sol et à leur climat.

### II. — Disposition du questionnaire.

En examinant le questionnaire ci-joint, on verra que nous nous sommes préoccupés d'abord de déterminer sur quelle nature de terre avaient eu lieu les semailles; et, en outre, sur quel sous-sol cette terre reposait. Nous avons ensuite demandé sur quelle étendue avait été semé le blé à épi carré; puis, quelle fumure avait été distribuée au blé, et pour faciliter les réponses nous avons inscrit les noms des engrais les plus employés, pour qu'il n'y eût qu'à barrer les désignations de ceux qui n'avaient pas été répandus et à inscrire au contraire un chiffre à côté de ceux qu'on avait distribués; comme les arrière-fumures et les cultures précédentes ont une grande influence sur les rendements, nous avons demandé qu'on indiquât à quelle récolte succédait le blé et quelles fumures elle avait reçues.

Wardrecques (Pas-de-Calais), juin 1887.

MONSIEUR,

Sur votre demande, nous vous avons adressé, l'automne dernier, du blé à épi carré pour semences, et dans l'espoir que vous voudrez bien joindre vos efforts à ceux que nous faisons pour propager, dans l'intérêt de tous, des semences meilleures que celles qu'on emploie habituellement, nous venons vous prier de nous faire savoir quels résultats vous a fournis la culture de cette variété.

Avec les engrais que nous avons employés, sous le climat du nord de la France, le blé à épi carré Porion donne des résultats remarquables, mais nous ne savons pas encore s'il réussit aussi bien dans des conditions différentes de celles où nous opérons. En répondant aux questions formulées dans la feuille ci-jointe, vous contribuerez aux progrès de la culture du blé si importante dans notre pays, car en comparant les unes aux autres les indications que nous allons recevoir, nous pourrons sans doute en déduire les causes des échecs, celles des succès, et par suite donner aux cultivateurs, quelques conseils utiles.

Nous nous sommes efforcés de disposer le questionnaire ci-joint de façon que vous puissiez y répondre sans peine, en effaçant par un trait de plume les indications qui ne conviennent pas, ou les mots OUI ou NON, et en inscrivant les *chiffres constatés*. Nous serons très heureux, au reste, de profiter, pour la publication que nous préparons, de tous les renseignements complémentaires que vous voudrez bien nous transmettre.

Agréez, Monsieur, l'expression de nos sentiments les plus distingués.

E. PORION,
Président de la Société d'agriculture de Saint-Omer.

P.-P. DEHÉRAIN,
Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

# CULTURE DU BLÉ A EPI CARRÉ PORION

*Chez M.* , *à* , *département d* (1).

**Qualité de la terre.**

FORTE (2). LÉGÈRE. CALCAIRE. TRÈS BONNE. BONNE. PASSABLE. MAUVAISE.

Le sous-sol est-il......... { PERMÉABLE. / IMPERMÉABLE. }  La terre est-elle drainée..... { OUI. / NON. }

---

**Étendue sur laquelle a été cultivé le blé à épi carré Porion.**

.....................HECTARES. ........................ARES. ..................MESURES (3).

---

**Fumure distribuée au blé.**

KILOS A L'HECTARE.

| | | | |
|---|---|---|---|
| RIEN......................... | TOURTEAUX................. | NITRATE DE SOUDE........... | |
| FUMIER..................(4). | POUDRETTE................. | SUPERPHOSPHATE............. | AUTRES ENGRAIS.............. |
| GUANO...................... | SULFATE D'AMMONIAQUE....... | SELS DE POTASSE............ | |

---

**Fumure distribuée à la récolte précédente d.........................** (5).

KILOS A L'HECTARE.

| | | | |
|---|---|---|---|
| RIEN...................... .. | TOURTEAUX.................. | NITRATE DE SOUDE........... | |
| FUMIER..................(4). | POUDRETTE.................. | SUPERPHOSTHATE............. | AUTRES ENGRAIS............. |
| GUANO...................... | SULFATE D'AMMONIAQUE....... | SELS DE POTASSE............ | |

---

**Quantités recueillies dans la culture du blé à épi carré Porion.**

A L'HECTARE (6)...... { GRAIN. { Quintaux métriques.................... Hectolitres  Gerbes à l'hectare.........................(7)

**Quantités recueillies dans la culture du blé du pays appartenant à la variété** .............. (8).

A L'HECTARE........ GRAIN. { *Quintaux métriques*...................... { *Hectolitres*...................... Gerbes à l'hectare..............................

PAILLE. — Quintaux métriques.................... Poids moyen d'une gerbe...... ...............

---

POIDS DE L'HECTOLITRE. { Blé à épi carré.................................. { Blé du pays......................................

Le blé à épi carré Porion a-t-il versé?........ { OUI. { NON. Le blé du pays a-t-il versé?........... { OUI. { NON.

PRIX AUQUEL A ÉTÉ VENDU LE BLÉ A ÉPI CARRÉ PORION. { Quintal métrique.................................. { Hectolitre..........................................

PRIX AUQUEL A ÉTÉ VENDU LE BLÉ DU PAYS. { Quintal métrique.................................. { Hectolitre..........................................

---

**Caractères généraux de la saison.**

PLUVIEUSE. SÈCHE. FROIDE. CHAUDE. FAVORABLE. MÉDIOCRE. MAUVAISE.

---

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES (10)

---

---

(1) Sommes-nous autorisés à insérer les renseignements fournis avec votre nom et votre adresse dans la publication que nous préparons? OUI — NON.
(2) Prière de tracer une barre sur tous les mots qui ne conviennent pas, de façon à n'en laisser que deux. Par exemple : FORTE, BONNE, ou CALCAIRE, PASSABLE, etc.
(3) Si vous ne comptez pas par *hectares*, ayez la bonté d'indiquer les surfaces cultivées en mesure du pays, en donnant en outre ce que cette mesure *représente en ares*.
(4) Si le fumier n'est pas pesé, indiquer le nombre de voitures à *l'hectare* ou à *la mesure* et la capacité de la voiture. Pour les autres engrais, le poids en kilos à l'hectare.
(5) Indiquez la récolte précédente : BETTERAVES, POMMES DE TERRE, AVOINE, etc.
(6) Si on ne compte pas par *hectares* donnez les nombres à *la mesure*, et ainsi qu'il a été dit : la valeur de la mesure en ares.
(7) Si on ne peut pas peser, indiquez le *nombre de gerbes* et le *poids moyen de la gerbe*.
(8) Nom de la variété cultivée.
(9) Barrer les mots qui ne conviennent pas.
(10) Inscrire ici toutes les observations complémentaires que vous voudrez bien nous adresser et qui ne seraient pas prévues au Questionnaire.

Nous avons supposé que la plupart du temps le blé à épi carré serait mis en comparaison avec les variétés habituellement cultivées dans le pays; leurs rendements respectifs à l'hectare devaient nous fournir l'indication la plus importante, pour que nous en puissions déduire dans quelles conditions l'emploi du blé à épi carré devait être recommandé; aussi, avons-nous prié nos correspondants d'inscrire ces rendements comme ceux de l'épi carré, soit en quintaux métriques, soit en hectolitres, soit en gerbes, en indiquant le poids d'une gerbe et la quantité de gerbes à l'hectare.

Il était intéressant, en outre, de noter la qualité du grain recueilli, aussi avons-nous demandé le poids de l'hectolitre et le prix de vente; enfin la qualité du blé à épi carré Porion étant la résistance à la verse, nous avons inscrit au questionnaire cette demande : *Le blé à épi carré Porion a-t-il versé? Le blé du pays a-t-il versé?*

Les récoltes sont particulièrement influencées par les conditions météorologiques, nous avons donc essayé de connaître les caractères généraux de la saison en demandant qu'on rayât d'un trait de plume les indications qui ne convenaient pas.

Le questionnaire se termine, comme on le voit, aux pages ci-jointes, par des observations générales et par les indications nécessaires pour que le correspondant puisse répondre aisément.

Nous n'avons reçu que vingt-trois réponses qui, presque toutes, renferment des renseignements que nous avons pu utiliser; quelques correspondants ont appuyé les questionnaires de lettres très instructives, quelques autres ont envoyé seulement des lettres, sans nous retourner le questionnaire.

Nous analysons dans les paragraphes suivants les renseignements recueillis.

### III. — La culture du blé à épi carré dans la région méridionale.

Égypte. — L'administration des domaines de l'État nous écrit qu'il lui est impossible de nous donner des renseignements précis, la culture n'ayant pas eu lieu dans de bonnes conditions; la lettre est accompagnée d'un échantillon du blé recueilli qui est devenu très petit, très maigre et ne peut être considéré que comme du petit blé; il est manifeste que, saisi par la chaleur, la végétation s'est arrêtée et que la plante n'a pu nourrir ses grains. Dans l'opinion

de l'auteur de la réponse, le blé a été semé trop tardivement; il convient de répéter l'expérience en procédant aux semailles à une époque moins avancée de la saison.

ITALIE. — Le regretté Gaetano Cantoni, directeur de l'École d'agriculture de Milan, nous a envoyé les renseignements suivants:

Le blé fut semé un mois trop tard et les engrais distribués trop tôt, sur une fumure de 300 kilogrammes de superphosphate et 200 kilogrammes de nitrate de soude, après trèfle rouge, l'épi carré n'a rendu que 11$^{qm}$,5 à l'hectare, le grain ne pesait que 66 kilos. Ces résultats sont d'accord avec ceux qui ont été obtenus en Égypte; le grain a été mal nourri, il est vraisemblable que les agronomes distingués que compte l'École d'agriculture de Milan voudront reprendre cet essai.

BOUCHES-DU-RHÔNE. — M. Gallician, à Tholonet, par Aix, cultive une bonne terre forte non drainée. On y avait semé en 1886 du blé sans fumure; on y a encore remis du blé à épi carré Porion en 1887; c'était là un assolement défavorable, aussi, bien qu'on eût donné 700 kilos de tourteaux, la récolte a été faible: elle n'est montée qu'à 12$^{qm}$,20, tandis que la variété Meunier, habituellement cultivée dans le pays, en fournissait 10$^{qm}$,30; il est probable que le blé Porion, dans cette région et pendant cette saison très chaude, n'a pas conservé ses qualités, car on l'a vendu 19 fr. 70 le quintal, tandis que le blé du pays a atteint 21 fr. 85.

M. Gallician ajoute que la saison a été très mauvaise; l'hiver pluvieux, le printemps sec, l'été très chaud ont été défavorables, aussi pense-t-il qu'il faut recommencer les essais avant de se prononcer sur la culture du blé à épi carré en Provence.

DORDOGNE. — M. Desvaux Lafforest, à Bourlion, a placé sur une arrière-fumure du fumier distribué à une terre forte, calcaire, le blé à épi carré; la culture précédente n'est pas indiquée: on a obtenu seulement 20 hectolitres de grain pesant 75 kilos, le blé du pays a rendu également 20 hectolitres, mais il pesait 77 kilos; M. Desvaux Lafforest fait suivre sa réponse de l'observation suivante: « La chaleur arrivée subitement et ayant persisté a empêché le blé à épi carré de réussir, le grain est devenu tout petit; il n'avait pas été semé assez tôt, au reste il lui faut un bon terrain, le sol calcaire ne lui convient pas. »

LOT-ET-GARONNE. — M. Noël Carrié, à Libos, a placé le blé à épi carré sur un défrichement de luzerne, il a ajouté à l'hectare

100 kilos de nitrate de soude et 200 kilos de superphosphates. Sa terre est bonne, forte, non drainée, les semailles ont eu lieu par un temps froid et pluvieux; le grain a mal germé, cependant le blé à épi carré a donné $29^{qm},2$, il ne s'est pas montré supérieur à la variété du pays dont le nom n'est pas indiqué. M. Noël Carrié ajoute l'observation suivante : « Pour réussir, le blé Porion a besoin de fumures exceptionnelles, l'essai mérite d'être poursuivi plusieurs années. J'ai l'intention d'en semer de nouveau et je me ferai un plaisir de vous transmettre les résultats obtenus. »

Un correspondant du Gard nous écrit qu'avec 74 kilogrammes de grain, il a recueilli 12 hectolitres; si on admet qu'on sème à l'hectare 2 hectolitres, soit 160 kilogrammes, on aurait obtenu 26 hectolitres.

Ce correspondant ajoute : « La sécheresse a été telle que l'épiage a été difficile, il espère mieux réussir l'an prochain. »

VAUCLUSE. — Enfin il nous faut encore enregistrer les résultats constatés par M. Camaret, vétérinaire à Malaucène (Vaucluse), qui a mis en comparaison la touzelle blanche, habituellement cultivée en Provence, et trois autres variétés, le blé de Bordeaux, le Goldendrop et un épi carré ne provenant pas de nos cultures, mais bien de celles de M. Scholey.

Les deux dernières variétés essayées, il est vrai, sur une très petite échelle, ont fourni des rendements infiniment plus élevés que la touzelle blanche. Il est important toutefois de remarquer que Malaucène situé sur le versant nord du mont Ventoux, à 300 mètres d'altitude, ne présente pas tout à fait le climat de la Provence. Il y a là une indication précieuse : dans les régions accidentées, il est vraisemblable qu'il y aurait avantage à acclimater les blés à haut rendement sur les versants nord des collines.

En résumé, il découle des renseignements précédents que les cultivateurs méridionaux, qui ont essayé cette année le blé à épi carré, sans réussir a en obtenir de bonnes récoltes, ne doivent pas désespérer, et qu'ainsi qu'ils le reconnaissent presque tous, les essais doivent être repris.

Nous serions d'autant plus disposés à les encourager dans cette voie, qu'il résulte des renseignements que nous avons pu recueillir pendant le Congrès de Toulouse, que l'opinion la plus répandue parmi les cultivateurs avec lesquels nous avons été en relation est, qu'avant de se prononcer d'une façon définitive sur l'utilité qu'on

retrouvera dans le Midi à semer les variétés à haut rendement du Nord, il faut savoir si cette culture n'a pas jusqu'à présent été mal conduite.

Si le blé est semé tardivement et que sa maturation n'arrive qu'en juillet, il est saisi par les grandes chaleurs, la plante se dessèche, le grain reste petit et maigre. En serait-il autrement, si les semailles étaient faites plus tôt, de façon que la récolte arrivât à maturité avant que la chaleur ne devînt excessive, c'est ce que l'expérience seule peut apprendre; avant qu'elle ait été faite, il importe de suspendre tout jugement.

### IV. — Culture du blé à épi carré dans la France centrale.

Dans la France centrale, le climat n'est plus brûlant comme en Égypte, en Italie ou dans la région méridionale de notre pays, et bien que l'été de 1887 ait été remarquablement chaud et sec, la saison n'a pas été telle qu'on ne puisse déduire des résultats constatés dans quelles conditions de sol et de fumures se sont produits les échecs ou les réussites. Les comparaisons entre les résultats obtenus seront donc très instructives.

MAYENNE. — M. Godisier, à Breon de Laon, dans la Mayenne, a placé l'épi carré sur une terre légère à sous-sol perméable, il lui a donné à l'hectare 4 mètres cubes de fumier, et 3 mètres cubes de terreau; l'épi carré succédait à du froment; il n'a fourni que 10 hectolitres comme le froment rouge mis en comparaison; l'épi carré pesait 77 kilos l'hectolitre, on a constaté pour le froment rouge $77^{k},5$.

Ainsi, une faible fumure de fumier de ferme, une succession fâcheuse, blé sur blé, une terre légère, ont empêché l'épi carré de montrer ses grandes qualités.

LOIRE-INFÉRIEURE. — Nous avons deux réponses de ce département : M. Fontienne, à Cap-Choux-le-Mouzeil, par Boulay-les-Mines, qui régit la propriété de M. Decroix, sénateur, cultive une terre forte en certains points, légère sur d'autres; l'épi carré a succédé à une vesce de printemps, et sur une autre partie à du blé de Saumur; on a obtenu $22^{hl},2$ à l'hectare avec le blé à épi carré, tandis que le blé Kissengland en a fourni 32.

M. Davost, à Chateaubriant, a obtenu sur une bonne terre à sous-sol perméable $38^{hl},6$ à l'hectare: il considère la saison comme

défavorable ; il n'y a pas d'indication de rendement d'une autre variété ; le poids de l'hectolitre du blé à épi carré a été de 80 kilos.

Le climat de la Bretagne ne paraît pas défavorable au blé à épi carré. En effet, un cultivateur des Côtes-du-Nord a obtenu les résultats suivants :

Côtes-du-Nord[1]. — Sur une terre légère passable, après une récolte de betteraves et navets qui avait reçu une bonne fumure de fumier de ferme, l'épi carré a fourni 30 hectolitres, tandis que le blé du pays appartenant à la variété O'Leard en a donné seulement 20. Ce cultivateur croit que le blé a épi carré est destiné à rendre de grands services : il pense qu'il rendra aisément un cinquième de plus que les anciennes variétés, aussi est-il décidé à ne plus semer que l'épi carré.

Finistère. — M. de Mauduit, commune de Guinaëc, par Lannieur, n'a pas pu répondre au questionnaire, mais nous a adressé une lettre fort intéressante dont nous extrayons les passages suivants :

« L'épi carré a été semé sur une première parcelle de 30 ares après betteraves disette bien fumées au fumier ; la seconde parcelle, de 9$^{a}$,25, sortait de pommes de terre bien fumées ; la terre est ombragée par des ormeaux, on a obtenu pour les deux parcelles réunies 1408 kilogrammes, ce qui revient à 35 quintaux métriques à l'hectare ; si la seconde parcelle avait été battue séparément, elle eût, je crois, rendu au moins 42 quintaux. La sécheresse exceptionnelle de cette année doit être prise en sérieuse considération pour la bonne tenue de la paille ; j'aurai cependant plus de demandes que je ne pourrai en satisfaire en cédant à mes voisins de la semence à 25 francs les 100 kilos.

» Je peux dépasser l'an prochain les résultats de 1887 en semant plus tôt et dans des terres mieux disposées. »

Indre. — M. le vicomte de la Tour du Breuil, au château de Rabry, a semé tardivement, sur un seul labour, le blé à épi carré ; sa terre est forte, calcaire, seulement passable ; bien qu'elle sortît de trèfle, on lui a donné 37 000 kilogrammes de fumier à l'hectare ; le rendement a été de 29 hectolitres, supérieur d'un cinquième environ au blé bleu cultivé habituellement ; la saison très chaude est considérée comme médiocree, le blé, bien qu'un peu ridé, a été conservé pour semence.

Allier. — M. Guilhomet, à Brignat Domeral, dans l'Allier, cultive

1. Ce cultivateur a désiré garder l'anonyme.

une bonne terre forte, qui n'est pas drainée bien que le sous-sol soit imperméable; sur un défrichement de trèfle on a distribué du fumier et des scories de déphosphoration Thomas à raison de 3000 kilos à l'hectare, le rendement s'est élevé à 35 hectolitres comme celui du blé bleu de Noé, cultivé habituellement.

M. Guilhomet ajoute le renseignement suivant : « Le blé était superbe et promettait une récolte magnifique, mais une sécheresse terrible a brûlé la tête des épis et nui à leur développement. Le blé bleu plus précoce a moins souffert. »

Seine-Inférieure. — Sur une bonne terre à sous-sol perméable, pendant une saison qu'il considère comme favorable, M. Vilperin, à Hayous Esclavelles, par Neufchâtel-en-Braye, a cultivé l'épi carré sur 80 ares; le rendement a été de $32^{hect}$,75 à l'hectare, égal à celui qu'à fourni le Goldendrop. L'épi carré succédait à du trèfle, on lui a distribué 45 mètres cubes de fumier à l'hectare, et il n'a pas versé, tandis que le Goldendrop a, au contraire, versé.

Creuse. — M. Dessaix fils aîné, à Bénévent, a semé après pommes de terre l'épi carré sur un peu plus d'un hectare, dont une partie a été fumée à raison de 15000 kilos de fumier à l'hectare, tandis que l'autre qui avait porté du trèfle n'a eu que la dernière coupe retournée en vert; on avait chaulé à 6000 kilos.

L'épi carré a fourni 38 hectolitres à l'hectare contre 30 et demi qu'à donné le blé bleu.

### V. — Culture du champ d'expériences de Grignon.

Seine-et-Oise. — Le champ d'expériences de Grignon est placé à la partie inférieure d'une pièce en pente douce : il ne souffre pas trop de la sécheresse, recevant les eaux qui descendent dans le sous-sol de la côte voisine; la terre est bonne, un peu légère, le sous-sol est perméable; on a cultivé 10 ares en épi carré, on lui a distribué des fumures variées; on a mis l'épi carré Porion en comparaison avec l'épi carré Scholey, le Browick et le rouge d'Écosse, dont les semences ont été recueillies à Grignon; nous donnerons d'abord les rendements constatés pour ces diverses variétés (tableau I).

En résumant les chiffres précédents, on trouve que :

| | Quintaux métriques à l'hectare. |
|---|---|
| Le Browick a donné | 28.0 |
| L'épi carré Scholley | 29.8 |
| Le rouge d'Écosse | 28.2 |

TABLEAU I. — CULTURE DU BLÉ AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1887.

Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.

| CULTURE PRÉCÉDENTE. | FUMURE POUR BLÉ. | GRAIN RÉCOLTÉ. | | PAILLE. |
|---|---|---|---|---|
| | | QUINTAUX MÉTRIQUES. | HECTOLITRES. | QUINTAUX MÉTRIQUES. |
| | *Blé Browick.* | | | |
| Betteraves (sans engrais)............. | 20.000 kilog. fumier.. | 27.50 | 33 | 42.50 |
| Betteraves (sans engrais.............. | 20 kilog. fumier; 200 kilog. azotale de soude. | 28.5 | 34 | 45.0 |
| | *Blé Scholley (épi carré).* | | | |
| Betteraves (sans engrais............. | Rien................ | 28.5 | 34 | 37.0 |
| Betteraves (20.000 kil. de fumier)......... | 10.000 kilog. fumier.. | 29.00 | 35 | 43.0 |
| Betteraves (30.000 kil. de fumier)......... | 10.000 kilog. fumier; 200 kilog. azotate de soude.............. | 31.00 | 37 | 50.5 |
| Betteraves (sans engrais)............ | 20.000 kilog. fumier; 200 kilog. azotate de soude............. | 29.00 | 35 | 45.0 |
| Betteraves (sans engrais)............. | 30.000 kilog. fumier; 200 kilog. azotate de soude.............. | 31.50 | 38 | 35.5 |
| | *Blé rouge d'Écosse.* | | | |
| Bisailles (10.000 kil. de fumier; 200 kil. azotate de soude).. | Sans engrais.......... | 24.00 | 29 | 37.2 |
| Bisailles (20.000 kil. de fumier; 300 kil. azotate de soude).. | 10.000 kilog. fumier; 300 kilog. azotate de soude............. | 30.50 | 37 | 53.5 |
| Bisailles (200 kilog. azotate de soude).. | 30.000 kil. fumier..... | 25.00 | 30 | 36.5 |
| Bisailles (10.000 kilog. de fumier; 200 kilog. azotate de soude).. | 20.000 kilog. fumier; 200 kilog. azotate de soude............. | 30.00 | 37 | 51.5 |
| Bisailles (10.000 kilog. de fumier; 200 kilog. azotate de soude). | 20.000 kilog. fumier; 200 kilog. azotate de soude............. | 31.5 | 38 | 43.0 |

chiffres très inférieurs à ceux qu'on avait constaté en 1885, puisqu'on avait recueilli :

| | Quintaux métriques à l'hectare. |
|---|---|
| Pour le Browick | 34.0 |
| — le Scholley | 40.5 |
| — le rouge d'Écosse | 40.2 |

L'année 1887 a donc été moins favorable; en outre, la terre a été mieux préparée à l'automne de 1884 qu'à celui de 1886, car dans la première série d'expériences le blé, succédait à du maïs, tandis que pour la seconde il a succédé à des betteraves et à des bisailles.

Quant à l'épi carré Porion il a été semé à l'automne de 1886, sur une terre employée depuis de longues années à des cultures

TABLEAU II.

CULTURE DU BLÉ A ÉPI CARRÉ PORION EN 1887 AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON.

Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.

| CULTURES PRÉCÉDENTES. | FUMURES DISTRIBUÉES POUR BLÉ. | GRAINE RÉCOLTÉE A L'HECTARE. | | PAILLE RÉCOLTÉE à l'hectare. |
|---|---|---|---|---|
| | | Quintaux métriques. | Hectolitres. | |
| Blé, pommes de terre | Sans engrais | 28.7 | 36.5 | 38.8 |
| Blé, pommes de terre | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude. | 34.5 | 43.6 | 50.2 |
| Blé, pommes de terre | 200 kil. azotate de soude | 32.5 | 41.1 | 56.7 |
| Blé, pommes de terre | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude | 35.7 | 45.1 | 57.3 |
| Blé, pommes de terre | 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque | 33.2 | 42.0 | 53.5 |

de blé et de pommes de terre, disposées en damier les unes à côté des autres, et ne comprenant pour chaque variété que 2 mètres carrés. Ces plantes servant à l'instruction des élèves devaient être accessibles de tous côtés, de là l'alternance des pommes de terre et du blé; de plus, comme on désirait seulement avoir des spécimens des variétés on ne distribuait aucune fumure; les conditions n'étaient donc pas favorables (tableau II).

La fumure a exercé une influence sensible, les deux parcelles qui ont reçu du fumier et de l'azotate de soude sont montées à $34^{qm},5$ et $35^{qm},7$ à l'hectare, tandis qu'on est resté à $28^{qm},7$ sans engrais, que l'azotate de soude seul n'en a fourni que $32^{qm},5$, et qu'enfin le fumier additionné de sulfate d'ammoniaque n'a produit que $33^{qm},2$.

L'aspect des parcelles qui ont reçu le blé Porion était très instructif : il était manifeste que la fumure récente avait été incapable d'amener la récolte à son maximum; en effet, on voyait le blé petit et court, médiocre, partout où il succédait au blé des collections, tandis qu'il était vigoureux là où il remplaçait les pommes de terre; la disposition en damier des petits carrés de la collection se reproduisait dans la grandeur des tiges; quelque copieuse qu'ait été la fumure distribuée, elle n'avait pu masquer l'insuffisance des fumures antérieures.

Si nous prenons la moyenne des quatre parcelles fumées nous leur trouvons un rendement de $33^{qm},4$ à l'hectare dépassant notablement les résultats fournis par les trois autres variétés employées.

En résumé les renseignements recueillis dans diverses régions de la France centrale nous montrent : qu'en 1887, l'épi carré n'a pu y atteindre 40 quintaux métriques à l'hectare; il est habituellement resté autour de 30 quintaux métriques, dépassant parfois cette moyenne. En supposant que ce blé pesait 80 kilos l'hectolitre, le blé à épi carré aurait fourni 36 hectolitres, ce qui est considéré dans bien des exploitations comme un excellent produit. Si, en effet, nous comptons seulement le grain à 20 francs le quintal, le cultivateur aurait eu 600 francs de grain à l'hectare; or les terres qui ont fourni ces rendements ne se louent pas au-delà de 100 francs l'hectare, en comptant 200 francs de frais pour la main-d'œuvre : labours, moissons et battages, il restera 300 francs pour payer la fumure et constituer le bénéfice; celui-ci ne serait donc jamais nul.

Nous ne pensons pas, en outre, qu'il soit possible de juger de l'avenir du blé à épi carré dans la France centrale par les expériences réalisées en 1887, la sécheresse des mois de juin et de juillet ayant évidemment nui à la maturité, c'est ainsi que les récoltes ont été à Grignon très inférieures à celles de 1885. Ces premiers essais sont toutefois encourageants, presque tous nos

correspondants ont l'intention de les répéter, l'an prochain, nous aurons sans doute des renseignements plus nombreux, qui nous permettront d'arriver à des conclusions plus précises que celles qui découlent des cultures de 1887.

### VI. — Culture du blé à épi carré dans le Nord et le Pas-de-Calais.

PAS-DE-CALAIS. — M. Constant Galamez, à Arques, cultive une terre forte non drainée; le blé à épi carré a été placé d'une part après les betteraves, de l'autre après les fèves, et les résultats fournis dans les deux cas ont été distingués.

Les betteraves avaient reçu vingt-deux voitures de fumier, et 900 kilos de tourteaux; le blé Porion qui leur a succédé a fourni 50 hectolitres ou 40 quintaux métriques, car il pesait 80 kilos à l'hectolitre.

Les fèves qui ont occupé en 1886 le sol où a été placé le blé, ont reçu onze voitures de fumier; l'épi carré qui lui a succédé sans nouvelle fumure a donné $51^{hl},3$ ou 41 quintaux métriques.

Ce sont là de très bonnes récoltes, et il faut, de plus, remarquer que M. Galamez ajoute : « Le blé est resté maigre par suite d'une maturité trop précipitée par la sécheresse; il eut rendu davantage s'il avait mûri naturellement.

M. Bailly Mosnier, à Haut Rieux lez Lillers, cultive une terre non drainée, bonne jusqu'à 15 centimètres. On avait fortement fumé la récolte précédente avec des tourteaux et du nitrate de soude; le blé a reçu 280 kilos à l'hectare de nitrate de soude; on a obtenu $47^{hl},75$ de 80 kilos ou $38^{qm},2$; cette récolte est supérieure à celle du blé anglais Nursery, qui fournit habituellement 42 hectolitres seulement.

NORD. — M. Benoît Verricle, à Steenvoorde, cultive une terre drainée; en 1886, elle avait porté des betteraves, qui avaient été fumées au fumier et au nitrate de soude; on a obtenu avec le blé Porion $31^{qm},2$ à l'hectare et 30 quintaux métriques avec le blé du pays.

M. Pruvot Seillez, à Bousies, cultive une bonne terre non drainée; les betteraves qui ont précédé le blé ont reçu 30 000 kilos de fumier à l'hectare et du nitrate de soude; on a encore fumé le blé à raison de 15 000 kilos de fumier à l'hectare.

On a obtenu $37^{qm},2$ à l'hectare, tandis que le blé d'Armentières, mis en comparaison, en a fourni 25.

Bien que M. Pruvot Seillez trouve la saison assez bonne, il ajoute : « La maturité a été trop hâtive, le poids du blé s'en est ressenti; en effet, le blé n'a pesé que 78 kilos à l'hectolitre. »

M. Wartelle, à Herrin, par Seclin (Nord), a cultivé 2 hectares qui, l'an dernier, pour betteraves, avaient reçu 30000 kilos de fumier et 500 kilos de phosphate fossile : on a obtenu 50 hectolitres à l'hectare, l'hectolitre pesait 79 kilogrammes, on l'a vendu 16 fr. 75 l'hectolitre, aucune autre variété de blé n'a été mise en comparaison. M. Wartelle ajoute que la qualité du blé était bonne, et que ses voisins, d'abord un peu en défiance vis-à-vis de cette variété qu'ils ne connaissaient pas, se sont résolus à la semer cet automne, après avoir constaté les résultats obtenus.

M. Vandebeulque à Tourcoing cultive une terre argilo-sablonneuse partiellement drainée, le blé à épi carré a succédé à des pommes de terre et à du trèfle; les pommes de terre avaient reçu du fumier mélangé avec des fonds de cuve de lavage de laine; l'épi carré Porion a rendu sur 3$^{h}$,76 ares, 45$^{qm}$,75 à l'hectare, correspondant à 59$^{hl}$41, tandis que la variété Blanzé d'Armentières, mise en comparaison, a fourni seulement 28 quintaux métriques, correspondant à 36$^{hl}$,44.

Le blé a épi carré a un peu versé, le blé d'Armentières davantage; ce dernier a présenté une plus-value sensible : on l'a vendu 18 francs les 80 kilos, tandis que le blé a épi carré a été vendu seulement 16 fr. 50. La somme réalisée sur le blé a épi carré a été cependant beaucoup plus forte.

M. Vandebeulque, qui est un cultivateur très éclairé, nous a adressé outre les réponses au questionnaire une lettre fort instructive dont nous extrayons quelques passages.

« J'ai donné de votre blé à un voisin, il l'a semé dans une terre un peu maigre, qu'il a engraissée avec une forte dose de vidanges de ville; le blé était bien fort et a un peu versé; il a rapporté 83 quintaux métriques de paille et seulement 38 quintaux métriques de grain maigre, qu'il n'a vendu que 19 francs le quintal, ce qui démontre qu'il faut pour ce blé une terre riche en vieux engrais additionnés de phosphate et de potasse. »

Cette observation de M. Vandebeulque relative à l'influence décisive des arrière fumures, s'accorde complètement avec celle qu'un de nous a faite à Grignon et qui est rapportée plus haut, on a vu que, malgré une très forte fumure de fumier et d'azotate de

soude, le blé est resté petit, court, dans tous les endroits où la terre avait été fatiguée par une récolte de blé précédente.

Il est donc manifeste que, pour voir l'épi carré réussir complètement, il faudra non seulement le placer sur une forte fumure, mais encore sur une terre en bon état, enrichie depuis de longues années.

M. Vandebeulque ajoute : « J'ai aussi cherché à faire mon prix de revient, mais comme ce travail est établi d'une manière toute différente par chacun, j'ai pris pour simplifier les chiffres de votre culture de Wardrecques qui se rapproche de la mienne et auxquels j'ai ajouté les frais généraux et les engrais dont vous ne tenez compte que dans une minime proportion dans votre brochure ce que vous expliquez par l'impossibilité où l'on se trouve encore, de fixer autrement que d'une manière tout à fait arbitraire la fraction qui incombe à chacune des récoltes. Or, comme l'engrais est un des facteurs les plus importants, il est indispensable d'en faire l'évaluation; je crois que le moyen le plus simple est encore de la faire par l'analyse des récoltes...

» D'après ce mode d'évaluation, le blé Porion produisant un poids considérable de grains doit épuiser le sol davantage que le blé du pays; quant à la paille de ce dernier, je n'ai pu me rendre un compte exact du poids; si le blé Porion en rend un peu davantage, elle m'a semblé un peu inférieure comme qualité, je les ai classées au même taux.

TABLEAU DES FRAIS ET DES PRODUITS D'UN HECTARE DE BLÉ PORION.

| *Frais.* | Fr. |
|---|---|
| Loyer, pot de vin, redevances, comptes, corvée, assurances, frais de bail | 225 |
| Semence | 39 |
| Labourage, semailles, moissons | 173 |
| Frais généraux, entretien des bâtiments, chemins, fossés, perte de terrain, etc | 45 |
| Engrais, leur transport | 274 |
| | 756 |
| Battage, nettoyage, transport au marché | 110 |
| | 856 |

| *Produits.* | Fr. |
|---|---|
| 45qm,75 à 20 fr. 62 1/2 | 943 |
| 66 quintaux métriques de paille à 3 fr. 50 | 233 |
| | 1176 |
| Frais | 866 |
| Bénéfice | 310 |

FRAIS ET PRODUITS D'UN HECTARE DE BLÉ DE PAYS

| *Frais.* | Fr. | *Produits.* | Fr. |
|---|---|---|---|
| Loyer, impôts, etc. | 225 | Grains : 28 quintaux métriques à 22 fr. 50 | 630 |
| Labourage, main-d'œuvre | 173 | Paille : 66 quintaux métriques à 3 fr. 50 | 233 |
| Semence | 39 | | 863 |
| Battage | 110 | Frais | 787 |
| Frais généraux | 45 | Bénéfice | 76 |
| Engrais | 195 | | |
| | 787 | | |

«Le produit en grain du blé Porion est énorme, mais il faut remarquer que le rendement en blé a été bon depuis trois ans que ces blés étaient bien réussis et pourvus de vieilles fumures, mais il n'en est pas toujours ainsi : il arrive souvent que, dans une exploitation en trois parties, l'une est bonne, une autre moyenne et l'autre médiocre et qu'on ne peut compter que sur un produit en grain de plus de 40 quintaux en moyenne pour le blé Porion et 24 quintaux métriques pour le blé du pays, ce qui amènerait une diminution de 118 francs pour le grain et de 28 francs pour la dépense; il resterait un bénéfice largement rémunérateur de 230 francs pour le blé Porion et 22 francs seulement pour le blé du pays au prix actuel[1]. »

1. M. Wande.becque appuie ses dépenses d'engrais sur les évaluations suivantes :

*Analyse chimique des produits du blé Porion*

AZOTE.

| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
|---|---|---|---|---|---|
| Grain | 44.75 | à | 2.37 | enlèvent | 188.42 |
| Paille | 66.00 | à | 0.40 | — | 26.40 |
| | | | | | 134.82 |

ACIDE PHOSPHORIQUE.

| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
|---|---|---|---|---|---|
| Grain | 45.75 | à | 0.90 | enlèvent | 43.80 |
| Paille | 66.00 | à | 0.18 | — | 11.88 |
| | | | | | 55.68 |

POTASSE.

| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
|---|---|---|---|---|---|
| Grain | 45.75 | à | 0.60 | enlèvent | 27.45 |
| Paille | 66.00 | à | 0.50 | — | 33.0 |
| | | | | | 50.45 |

PRÉLÈVEMENT TOTAL.

| | Kil. | | Fr. | | Fr. |
|---|---|---|---|---|---|
| Azote | 134.82 | à | 1.62 | le kilo valent | 215.71 |
| Acide phosphorique | 55.68 | à | 0.60 | — — | 33.40 |
| Potasse | 50.45 | à | 0.50 | — — | 25.25 |
| | | | | | 274.33 |

## VII. — Culture de Blaringhem.

La culture du blé a épi carré a été disposée à Blaringhem sur cinq pièces différentes, sur l'une seulement on a tracé des carrés d'essais.

La pièce B *a*/180 d'une superficie nette de 81ª,66, avait porté l'an dernier des pommes de terre, des fèves et des semenceaux de betteraves, elle a reçue cette année 31 919 kilogrammes de fumier de ferme et 300 kilogrammes de superphosphates à l'hectare.

Le blé qui présentait au printemps une très belle apparence s'est dégarni peu à peu et on n'a recueilli que 32$^{qm}$,12 pesant 80 kilos, c'est donc 40$^{hl}$,15 à l'hectare. C'est une des récoltes les plus faibles que nous ayons constaté sur ce domaine de Blaringhem qui, en 1885, avait donné presque partout des récoltes de 40 quintaux métriques.

La pièce B*a*/183 d'une contenance de 58ª,35, qui avait porté du lin en 1886, a reçu 38 937 kilos de fumier à l'hectare et 300 kilos de superphosphates pour blé, elle a été récolté en même temps que la pièce B *a*/224, d'une contenance de 69ª,98 qui, après œillette, a reçu 45 695 kilos de fumier et 300 kilos de superphosphates, elles ont fourni ensemble 33$^{qm}$,34, pesant 80 kilos à l'hectolitre. Leur récolte est donc de 41$^{hl}$,68.

Bien qu'un peu meilleur que celui de B *a*/180, ce rendement est encore inférieur à celui des années précédentes.

*Blé du pays*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | AZOTE. | | |
| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
| Grain | 28.00 | à | 2.27 | enlèvent | 66.36 |
| Paille | 66.00 | à | 0.40 | — | 26.46 |
| | | | | | 92.76 |
| | | | ACIDE PHOSPHORIQUE. | | |
| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
| Grain | 28.00 | à | 0.90 | enlèvent | 25.20 |
| Paille | 66.00 | à | 0.18 | — | 11.88 |
| | | | | | 37.08 |
| | | | POTASSE. | | |
| | Quint. métriques | | P. 100 Kil. | | Kil. |
| Grain | 28.00 | à | 0.60 | enlèvent | 16.80 |
| Paille | 66.00 | à | 0.50 | — | 33.0 |
| | | | | | 20.10 |
| | Kil. | | Fr. | | Fr. |
| Azote | 92.76 | à | 1.60 | valent | 148.41 |
| Acide phosphorique | 37.08 | à | 0.60 | — | 22.24 |
| Potasse | 49.80 | à | 0.50 | — | 24.90 |
| | | | | | 195.55 |

Il est dû sans doute à l'extrême sécheresse de l'année 1887, particulièrement sensible sur cette terre de Blaringhem, très forte, s'inclinant au sud-ouest, c'est-à-dire exposée au soleil pendant les heures les plus chaudes de la journée; cette cause toutefois n'est pas seule en jeu, car deux autres pièces ont donné des rendements plus élevés.

En effet, la pièce B $a/225$ présentant une superficie de $61^{a},75$, qui avait porté en 1886 du lin et de l'œillette, après avoir reçu à l'hectare 35 300 kilos de fumier et 300 de superphosphate, a fourni à l'hectare $40^{qm},92$; l'hectolitre pesait 81 kilos. On a donc recueilli à l'hectare $50^{hl},52$.

Sur la pièce voisine B $a/226$, on a tracé au printemps dix carrés d'essais sur lesquels on a expérimenté les engrais complémentaires.

La pièce entière a reçu du fumier à la dose de 33916 kilos à l'hectare, additionnés de 300 kilos de superphosphates, le rendement a été 36 quintaux métriques de grain; deux des carrés d'essais **51** et **58** ont donné en moyenne $38^{qm},2$ et $48^{qm},9$ de paille; la récolte est donc un peu supérieure à celle de l'ensemble de la pièce.

L'influence des superphosphates est bien manifeste : en effet, les deux carrés **51** *bis* et **58** *bis* ont reçu du fumier comme le reste de la pièce, mais ont été privés de superphosphates, leur rendement n'est que de $32^{qm},5$.

Nous avons toujours quelques doutes sur l'efficacité de la potasse sur le sol de Blaringhem, on a distribué une petite quantité de chlorure de potassium aux parcelles **54** et **57**, elles ont donné respectivement 38 quintaux métriques et $37^{qm},6$, en moyenne $37^{qm},8$, c'est-à-dire plus que le champ entier, mais un peu moins que les deux carrés **51** et **58**, qui n'avaient pas reçu de potasse; l'efficacité de cet engrais reste donc fort douteuse.

Le mélange de 100 kilos de superphosphate et de 60 kilos de sulfate d'ammoniaque a été distribué sur les parcelles **53** et **56**; la parcelle **53** donne $38^{qm},39$ et la parcelle **56** : $34^{qm},4$; l'écart est donc considérable : la moyenne est plus faible que celle qu'on trouve pour le superphosphate employé seul.

On a enfin employé un engrais complexe, renfermant autant d'azote que le sulfate d'ammoniaque, employé sur **53** et **56**, autant de potasse que le chlorure distribué à **54** et **57**, autant d'acide phosphorique que les parcelles **51** et **58**; cet engrais a donné $35^{qm},1$ sur **52** et $36^{qm},3$ sur **55**; il n'a donc pas montré plus d'effi-

cacité que les autres. Tous ces chiffres sont réunis dans le tableau ci-joint :

TABLEAU III. — CHAMP D'EXPÉRIENCES DE BLARINGHEM.
PIÈCE B *a*/226 (SAISON 1886-1887).

Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.

| NUMÉROS des carrés d'essais. | FUMURES DISTRIBUÉES. | GRAINS. Quintaux métriques. | GRAINS. Hectolitres. | PAILLE en quintaux métriques. |
|---|---|---|---|---|
| 51-58....... | 33.916 kil. fumier; 300 kil. superphosphate, comme toute la pièce ............... | 38.20 | 48.9 | 45.7 |
| 51 *bis*, 58 *bis*. | 33.916 kil. fumier; pas de superphosphate............. | 32.5 | 42.35 | 46.5 |
| 52-55....... | 33 916 kil. fumier; le superphosphate remplacé par 440 kil. engrais phosphaté. | 35.7 | 45.8 | 52.5 |
| 53-56....... | 33.916 kil. fumier; 300 kil. superphosphate; 60 kil. sulfate d'ammoniaque.... ... | 36.4 | 46.2 | 51.7 |
| 54-57....... | 33.916 kil. fumier; pas de superphosphate; 44 kil. chlorate de potasse........... | 37.8 | 48.1 | 51.9 |

On voit que l'ensemble de la récolte des parcelles de Blaringhem est cette année très faible, ainsi qu'on le reconnaît par la comparaison suivante :

QUINTAUX MÉTRIQUES DE GRAINS RECUEILLIS AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE BLARINGHEM.

| | Quintaux métriques à l'hectare. |
|---|---|
| En 1885........................................ | 43 00 |
| En 1886........................................ | 45 36 |
| En 1887........................................ | 36.15 |

La moyenne des parcelles est exactement celle du champ entier qui avait reçu seulement du fumier et des superphosphates, les engrais salins qui avaient exercé une action si marquée en 1885, qui en 1886 avaient encore beaucoup augmenté la récolte mais sans laisser un bénéfice plus fort que celui qu'on avait tiré des parcelles où ils n'avaient pas été employés, n'ont pas exercé d'action sensible en 1887.

A coup sûr la sécheresse a été excessive et a pu empêcher non seulement les transformations et la dissolution de ces engrais salins, mais en outre, elle a diminué l'efficacité du fumier de ferme.

Il est à remarquer toutefois que les circonstances climatériques n'ont peut être pas seules été causes de la faiblesse relative de la récolte de Blaringhem en 1887; en effet un champ désigné au cadastre par B *a*/225, a fourni après lin et œillette $40^{qm},92$; il avait reçu seulement 35 303 kilos de fumier à l'hectare et 300 kilos de superphosphates.

Cette pièce présente les mêmes conditions d'exposition, de fumure, de succession de récolte que les autres, elle donne une récolte sensiblement plus forte, et nous serions tentés d'attribuer cette différence à un travail du sol plus soigné, mieux entendu, mieux réussi que celui qui a été exécuté sur les pièces voisines.

### VIII. — Culture du blé à Wardrecques.

Le blé a été semé à l'automne de 1886 sur huit pièces différentes.

L'une de $35^{a},69$ qui avait donné l'an dernier des betteraves d'une qualité exceptionnelle, vendue 61 fr. 75 à une sucrerie voisine, a reçu une bonne fumure de 52471 kilos de fumier à l'hectare; le blé s'y est bien développé, mais quelques parties sur les bords étaient moins garnies, de telle sorte que le rendement a été seulement de $42^{qm},52$.

La pièce W *a*/ $92^{p}$ sur laquelle ont été tracées l'an dernier les parcelles qui avaient porté des betteraves, a reçu à l'automne 1500 kilos de tourteaux, elle a donné $40^{qm},05$ de grains à l'hectare.

On y a tracé huit carrés d'essais; les chiffres constatés sont discordants : les deux parcelles qui ont reçu la même fumure que le champ donnent un rendement de $42^{qm},30$ et de $42^{qm},40$, un peu plus élevé que celui qui a été constaté sur l'ensemble de la pièce, une des parcelles qui a reçu du sulfate d'ammoniaque à la dose de 200 kilos à l'hectare a fourni 42 quintaux métriques de grains et l'autre parcelle $45^{qm},2$; enfin on a essayé pour la première fois de donner l'engrais azoté autrement qu'on ne l'avait fait dans les années précédentes, en mélangeant au sulfate d'ammoniaque de l'azotate de soude. Un des carrés d'essai qui a reçu ce mélange a fourni la belle récolte de $48^{qm},2$, l'autre a donné seulement

42$^{qm}$,2, mais sur cette dernière parcelle l'expérience a été manquée, car le blé a versé.

Pendant les années précédentes, nous n'avons jamais observé cet accident. Nous pensions que l'épi carré Porion méritait véritablement le nom d'inversable. Nous avons été déçus cette année, la verse s'est produite sur trois de nos pièces et a diminué la récolte.

L'essai de cette fumure complexe doit donc être tenté de nouveau.

Une pièce présentant une étendue 1$^{h}$,37$^{a}$.40 qui porte au cadastre la désignation de W. *b*/87$^{p}$ a donné 43 quintaux métriques de grains à l'hectare, chiffre analogue à ceux que nous avions eu les années précédentes; elle avait porté des betteraves en 1886, et reçue à l'automne une demi-fumure de fumier de ferme, le blé s'y est parfaitement maintenu.

Sur la pièce W *b*/104, d'une contenance de 59$^{a}$,35, on n'a, après betteraves en 1886, donné aucune fumure, la pièce a fourni 43$^{qm}$,71. On y a tracé des carrés d'essais au nombre de dix; afin de savoir s'il avait été avantageux de s'abstenir de toute fumure, ou si au contraire on pouvait faire croître la récolte par l'addition de quelques matières fertilisantes. On a employé un engrais phosphaté présentant la composition suivante :

| | P. 100 |
|---|---|
| Azote | 5.10 |
| Acide phosphorique | 10.10 |
| Potasse | 5.60 |

Il a été distribué seul, à la dose de 440 kilos à l'hectare, ou additionné d'azotate de soude, de sulfate d'ammoniaque ou à la fois de ces deux sels.

L'influence de ces fumures n'a pas été très sensible, on en jugera par les chiffres résumés au tableau IV.

On voit que les deux parcelles TT' qui ont eu la même fumure que l'ensemble de la pièce, n'accusent que des récoltes un peu plus faibles; que **35**, **40**, **36**, **39**, qui ont eu à la fois l'engrais phosphaté, du nitrate de soude ou du sulfate d'ammoniaque n'en ont que médiocrement profité; **35** *bis* et **40** *bis* bien qu'elles aient reçu ce même engrais employé seul, ont donné des résultats analogues à ceux du reste de la pièce qui en a été privé; il n'y a eu d'influence un peu marquée que sur **37**, **38**, qui ont reçu à la fois l'engrais phosphaté, le sulfate d'ammoniaque et le nitrate de

soude, et encore le supplément de récolte obtenu ne serait pas suffisant pour couvrir les dépenses que l'acquisition de ces engrais avait occasionné.

Ainsi, pendant cette saison sèche, les engrais ont exercé une influence des plus médiocres, et il semblerait au premier abord que nos observations de cette année ne soient pas de nature à nous éclairer, si nous n'avions à présenter les résultats constatés sur deux parcelles, dont nous n'avons pas encore parlé, et qui vont

TABLEAU IV. — PRODUITS OBTENUS DANS LA CULTURE DU BLÉ A ÉPI CARRÉ PORION DANS LES PARCELLES D'ESSAI DE LA PIÈCE W-C 104.

| NUMÉROS des parcelles. | FUMURE DISTRIBUÉE. | GRAIN. | | POIDS de l'hectolitre. | PAILLE à l'hectare. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Quintaux métriques à l'hectare. | Hectolitres à l'hectare. | | |
| TT'......... | Sans engrais............. | 41.42 | 52.4 | 92 8 | 55 9 |
| 35 *bis*, 40 *bis*. | 440 kil. engrais phosphate | 43.16 | 54.55 | 70.7 | 57.8 |
| 5-40........ | 440 kil. engrais phosphate; 60 kil. nitrate de soude.. | 41.50 | 52.3 | 79.8 | 51.7 |
| 36-39...... | 440 kil. engrais phosphate; 45 kil. sulfate d'ammoniaque................. | 40.95 | 52.3 | 78.6 | 51.2 |
| 37-38...... | 440 kil. engrais phosphate, 22 kil. sulfate d'ammoniaque; 30 kil. nitrate de soude.................. | 44.21 | 56.3 | 78.4 | 62.2 |

nous démontrer l'influence prépondérante qu'exerce sur l'abondance des récoltes l'ordre dans lequel elles se succèdent les unes aux autres.

L'une W *a*/87' qui a une étendue de 67 ares, avait porté en 1886 non pas des betteraves comme les précédentes, mais de l'avoine ou de la minette; ces pièces ont servi il y a quelques années à recevoir des vinasses, résidus de l'usine de Wardrecques; elles sont remises en culture depuis cinq ans : elles ont fourni cette année l'admirable récolte de $49^{qm},99$ à l'hectare, de blé pesant 79 kilos, représentant par conséquent une récolte de $63^{hl},26$ à l'hectare.

Ce blé a été vu sur pied par plusieurs cultivateurs, qui ont été extrêmement frappés de sa régularité, de sa rigidité, de la vigueur avec laquelle il avait résisté à la sécheresse qui avait exercé sur presque tout le domaine une fâcheuse influence.

Si belle que soit cette récolte, ce n'est pas cependant celle qui a fourni le rendement le plus élevé; nous avons constaté sur la pièce R *a*/102, immédiatement placée devant l'usine de Wardrecques, et qui présente une superficie de 68ª,36, une récolte de 53$^{qm}$,83, pesant 80 kilos l'hectolitre; le rendement de cette pièce est donc de 67$^{hl}$,29 à l'hectare. Cette pièce avait porté du trèfle en 1886.

Ces rendements dépassent tellement la moyenne, que la première idée qui se présente à l'esprit quand on les annonce est que les constatations n'ont pas été faites rigoureusement, et que les chiffres sont entachés de quelques erreurs.

Nous avons exposé déjà les années précédentes les précautions qui sont prises pour assurer l'exactitude des nombres que nous publions. Nous pouvons, en outre, cette année appuyer nos résultats des constatations exécutées par un propriétaire du Pas-de-Calais, M. le baron de Saint-Paul, délégué par la Société des agriculteurs de France pour examiner les récoltes obtenues dans le département du Pas-de-Calais.

M. de Saint-Paul voulut d'abord constater ce que donnerait le battage des épis récoltés sur un mètre carré de la pièce R *a*/102; le blé fut en effet coupé sur cette surface mesurée avec une exactitude rigoureuse, les épis égrenés donnèrent 530 grammes de grains, ce qui correspond à 5300 kilos à l'hectare, chiffre très voisin de celui qu'a fourni le battage de la pièce entière.

M. de Saint-Paul ne voulut pas se contenter de ce premier essai sur un mètre carré, quelques jours après, le champ étant coupé, il fit prendre sous ses yeux 40 bottes.

Elles fournirent 58$^{k}$,1 de grain dont le volume fut de 79 litres, le poids de la paille s'éleva à 82$^{k}$,5.

Or le champ d'une contenance de 68ª,36, contenait 2532 bottes, on en tire qu'un hectare aurait fourni 53$^{qm}$,77, occupant un volume de 67$^{hl}$,58, chiffres qui se confondent presque absolument avec ceux qui ont été donnés plus haut.

Ainsi, dans un champ bien homogène, ce mode de constatation peut conduire à des résultats rigoureux; il n'en est plus ainsi quand toutes les parties du champ ne sont pas égales, l'exemple suivant le démontre clairement.

M. de Saint-Paul fit prendre encore 40 bottes sur la pièce de Blaringhem B *a*/225, qui présente une superficie de 61ª,75; ces

40 bottes fournirent 71k,2 de grain, et 96k,4 de paille; le champ portait 1764 bottes, en ramenant le tout à l'hectare on trouverait :

| | |
|---|---|
| Poids du grain à l'hectare........................ | 50qm80 |
| Avec un volume de............................ | 64hl.20 |
| Et un poids de paille.......................... | 68qm80 |

Or le battage de tout le champ a fourni seulement :

| | |
|---|---|
| Poids du grain.................................. | 40qm92 |
| Volume........................................ | 50hl.52 |

chiffres infiniment plus faibles que ceux qu'avait fourni le premier mode d'évaluation, et qui est dû à ce que la récolte n'était pas égale sur toute la surface du champ.

Quoiqu'il en soit, l'accord complet qui existe entre les nombres constatés par M. le baron de Saint-Paul et ceux qu'ont fourni le battage, pour le champ : R *a*/102 démontre clairement que la récolte a bien été de 53qm,8, et que par suite il est permis d'atteindre des rendements qu'on aurait considéré autrefois comme fabuleux.

On se rappellera que l'an dernier une de nos parcelles d'essai avait fourni 52 quintaux métriques, mais qu'un rendement supérieur à 50 quintaux métriques n'avait pas encore été constaté par nous sur des pièces d'une grande étendue.

Il est bien à remarquer que cette récolte a été faite sur une pièce tout à fait limitrophe d'une autre R *a*/101 présentant une étendue presque égale, et qui n'a fourni que 40 quintaux métriques à l'hectare.

Or R *a*/101 sortait de betteraves et a reçu, outre une bonne fumure de fumier, tous les résidus que laisse une récolte de betteraves riches, et qui, d'après les calculs de M. Woussen, équivaut à une demi-fumure; cette pièce était trop chargée d'engrais : le blé a versé par places, ce qui a certainement contribué à abaisser son rendement.

Nous avons réuni dans le tableau n° V, l'ensemble des résultats constatés sur nos cultures en 1887.

### IX. — Résumé et conclusions.

Les résultats constatés cette années conduisent déjà à quelques conclusions qu'il nous paraît utile de formuler brièvement.

TABLEAU V. — RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE LA CULTURE DU BLÉ EN 1887.

| COMMUNE et DÉPARTEMENT. | DÉSIGNATION des PIÈCES. | RÉCOLTE PRÉCÉDENTE. | FUMURE A L'HECTARE POUR 1887. | SUPERFICIE | | HECTOLITRES à l'hectare. | POIDS de l'hectolitre. | QUINTAUX à l'hectare. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | BRUTE. | NETTE[1]. | | | |
| | | | | Ares. | Ares. | | | |
| Wardrecques (Pas-de-Calais).. | W — a/87 r | Avoine ou minette.. | Rien...................... | 67.00 | 67.00 | 63.26 | 79.0 | 49.99 |
| — — | W — a/92. | Betteraves.......... | 1500 kil. de tourteaux...... | 1.06.74 | 1.05.94 | 50.58 | 79.2 | 40.05 |
| — — | W — b/87 r | ................. | ......................... | 63.33 | 63.23 | | | |
| — — | W — b/87 r | Betteraves......... | Demi-fumure de fumier..... | 74.17 | 74.17 | 54.22 | 79.5 | 43 00 |
| — — | W — b/104 | Betteraves......... | Rien...................... | 59.35 | 59.35 | 55.34 | 79.0 | 43.71 |
| Campagne (Pas-de-Calais).... | C — c/70.. | Betteraves......... | 5 .471 kil. fumier.......... | 35.69 | 33.88 | 53.15 | 80.0 | 42.53 |
| Racquinghem (Pas-de-Calais).. | R — a/101. | Betteraves......... | Demi-fumure de fumier..... | 98.53 | 90.18 | 52.10 | 77.0 | 40.12 |
| — — | R — a/102. | Trèfle.............. | Rien (trèfle enfoui)......... | 70.55 | 68.35 | 67.29 | 80.0 | 53.83 |
| Blaringhem (Nord)........... | B — a/180. | Pommes de terre, semenceaux, fèves. | 31.919 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........... | 84.40 | 81.66 | 40.15 | 80.0 | 32.12 |
| — — | B — a/183. | Lin................ | 38.937 kil. fumier; 300 kil. superphosphate......... .. | 59.14 | 58.35 | | | |
| — — | B — a/224. | Œillettes........... | 45.695 kil fumier; 300 kil. superphosphate .......... | 70.91 | 69.98 | 41.68 | 80.0 | 33.34 |
| — — | B — a/225. | Lin-œillettes....... | 35.303 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........... | 63.33 | 61.75 | 50.52 | 81.0 | 40.02 |
| — — | B — a/226. | Lin................ | 33.916 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........... | 83.72 | 80.27 | 44.48 | 81.0 | 36.02 |
| | | | Moyennes ............................ .. | | | 52.07 | 79.55 | 41.41 |

1. Nous désignons sous le nom de *superficie nette* celle qui porte des récoltes, elle se confond avec les dimensions inscrites au cadastre, quand ces pièces ne portent ni fossés, ni chemins, quand elles en renferment au contraire leur surface est déduite. En opérant autrement les comparaisons deviendraient impossibles.

*Climat.* — Le blé à épi carré Porion est-il appelé à rendre des services dans la région méridionale? Nous ne saurions l'affirmer. En Égypte et en Italie l'échec est manifeste, mais les cultivateurs qui l'ont essayé déclarent que l'essai est à recommencer, car il n'a pas été tenté dans de bonnes conditions, d'autre part un de nos correspondants de Vaucluse, en substituant l'épi carré à la touzelle blanche, a doublé sa récolte. M. Gallicien n'a obtenu que 12 quintaux métriques, mais il considère la saison comme ayant été essentiellement défavorable. Ces essais sont donc à reprendre en ayant soin de semer l'épi carré assez tôt pour qu'il mûrisse avant les grandes chaleurs.

Dans la région centrale, presque toujours les résultats obtenus ont été supérieurs à ceux qu'ont fourni les blés habituellement semés; et il semble qu'en réservant l'épi carré aux bonnes terres garnies de fumures suffisantes, on a de grandes chances de réussite et qu'on atteindra souvent 30 quintaux métriques qui seront dépassés dans les bonnes années.

Dans la région septentrionale, le succès est complet : toutes les récoltes mentionnées par nos correspondants sont supérieures à la moyenne; il est démontré pour nous que l'épi carré convient admirablement bien au climat des départements du Nord, du Pas-de-Calais et sans doute de la Somme et de l'Aisne, et nous ne doutons pas qu'il ne s'y répande rapidement. Dans les bonnes terres de cette région, on doit atteindre souvent 40 quintaux métriques, c'est-à-dire 50 hectolitres.

*Sol.* — L'épi carré ne donne ses hauts rendements que dans les terres fortes; sur les terres légères, calcaires, il ne réussit pas aussi bien; déjà, sur la terre de Grignon, qui souffre plus de la sécheresse que de l'humidité, il reste à 30 ou 35 quintaux sans atteindre les récoltes admirables qu'il a fournies sur les terres fortes bien drainées de Wardrecques ou de Blaringhem.

*Fumure.* — Pour obtenir de grands rendements du blé à épi carré, il faut lui donner une fumure copieuse; il est à remarquer, toutefois, qu'il réussit beaucoup mieux sur un sol enrichi de longue main que sur une terre récemment fumée. M. Wandebeulque en a cité un exemple que nous avons rapporté plus haut, en outre, l'aspect de nos cultures de Grignon établies sur les anciennes collections, où l'on retrouvait, malgré une fumure abondante, la disposition en damiers des cultures précédentes, a montré avec une

parfaite évidence que la fertilité ne s'improvise pas, mais est la récompense d'efforts longtemps poursuivis.

*Succession des récoltes.* — Nous n'avons à signaler cette année que trois récoltes tout à fait remarquables :

| | Quintaux métriques à l'hectare. |
|---|---|
| 1° Celle de M. Vandebeulque qui a obtenu..... ............. | 47.00 |
| 2° Celle de la pièce W *a*/85P à Wardrecque, de............... | 49.99 |
| 3° Celle de la pièce R/*a* 102 de....................... | 53.83 |

La première et la troisième sont après trèfle, la seconde après minette; les rendements après betteraves ont toujours été cette année plus faibles; à ce point de vue, le faible rendement de 40 quintaux métriques de la pièce absolument voisine de R *a*/102, mais qui sortait de betteraves, est très instructif.

Il est vraisemblable qu'une rotation dans laquelle le blé succéderait au trèfle, tandis qu'après les betteraves viendrait une culture de printemps, ainsi que cela est pratiqué dans le célèbre assolement anglais dit du *Norfolk*, fournirait des rendements plus élevés que la rotation française dans laquelle le blé est semé après betteraves.

En résumé deux faits importants découlent des renseignements recueillis cette année :

1° Le blé à épi carré propagé dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais y a fourni des récoltes infiniment supérieures à celles que donnent les variétés habituellement cultivées;

2° Pendant une année médiocrement favorable, où les engrais n'ont exercé qu'une faible influence, on a obtenu une admirable récolte de blé dépassant 50 quintaux métriques à l'hectare sur une pièce où le blé succédait au trèfle.

## DEUXIÈME PARTIE

### CULTURE DES BETTERAVES

#### I. — Questions à résoudre.

Notre attention s'est particulièrement portée pendant cette année sur les deux questions suivantes :

1° Est-il possible au cultivateur de produire lui-même sa graine en utilisant les racines provenant d'une récolte antérieure? Ou bien,

malgré le prix élevé que conservent les graines de choix, est-il plus avantageux de les acquérir ?

2° Nous utilisons depuis plusieurs années la fumure aux tourteaux, que nous fortifions par l'emploi des superphosphates et du nitrate de soude; les expériences exécutées les années précédentes nous ont indiqué les poids de ces engrais complémentaires qu'il convient d'employer, mais nous n'avons pas encore déterminé les quantités de tourteaux qui doivent être répandues ; nous avons donc employé sur les carrés d'essais des quantités variables de tourteaux; les résultats obtenus sur la culture de la betterave nous donneront déjà un renseignement précieux, mais ce sera seulement quand les différentes récoltes se seront succédé sur le champ d'essais, que nous aurons enregistré les poids d'avoine, de trèfle et de blé obtenus sur les parcelles qui ont reçu ces fumures plus ou moins copieuses, que nous pourrons nous prononcer définitivement sur les avantages ou les inconvénients qui suivent l'emploi des fumures abondantes ou restreintes.

### II. — Etude de diverses graines.

Nous avons mis en comparaison des graines de betteraves Vilmorin de trois origines différentes :

1° Des graines achetées directement à MM. Wilmorin et Cie;

2° Des graines provenant de betteraves cultivées à Wardrecques en 1886, et issues elles-mêmes des graines Vilmorin, nous les désignons sous le nom de Vilmorin acclimatées;

3° Des graines provenant de racines issues de graines Vilmorin achetées et semées très serrées, de façon à restreindre beaucoup les dimensions des racines, nous les désignons, pour rappeler leurs proportions exiguës, sous le nom de betteraves fuseaux.

Pour les betteraves Dippe, nous n'avons fait que deux séries d'essais; nous avons mis en comparaison les betteraves provenant de graines achetées, et les betteraves provenant de graines produites à Wardrecques; ces dernières sont appelées betteraves Dippe acclimatées.

L'expérience a été conduite de la façon suivante : deux rangées d'une longueur de 20 mètres ont été semées dans un champ de betteraves avec les cinq graines d'origines diverses ; elles avaient reçu la fumure générale comprenant 3 500 kilos de tourteaux, 400 kilos de superphosphate et 150 kilos de nitrate de soude.

En rapportant les poids à l'hectare, on a obtenu les résultats suivants :

TABLEAU I. — COMPARAISON ENTRE LES RÉCOLTES PROVENANT DE GRAINES DE DIVERSES ORIGINES.

| NATURE DE LA GRAINE. | RACINES A L'HECTARE. | DENSITÉ DU JUS. | SUCRE PAR DÉCILITRE DU JUS. |
|---|---|---|---|
| Vilmorin (achetées)............ | 38.750 | 7° 7 | 17.72 |
| Vilmorin acclimatées........... | 50.625 | 7° 4 | 16.70 |
| Vilmorin (fuseaux)............. | 46.875 | 7° 3 | 16.75 |
| Dippe (achetées)................ | 48.750 | 7° 3 | 16.57 |
| Dippe acclimatées.............. | 51.250 | 7° 0 | 16.03 |

Si on ne considérait que les poids recueillis à l'hectare, il s'en suivrait manifestement que les graines Vilmorin acclimatées à Wardrecques sont plus profitables à employer que celles qui ont été produites avec les fuseaux ou achetées, mais les racines provenant de graines de Wardrecques étant un peu moins riches que celles d'importation directe, il convient, avant de conclure, de calculer la valeur de la récolte obtenue à l'hectare.

A Wardrecques, en 1887, on a vendu les betteraves d'après le marché suivant : 22 francs la tonne pour 6° de densité, 1 franc en plus par tonne par dixième de degré.

Les betteraves Vilmorin provenant de graines achetées présentant une densité de 7,7 valaient 22 francs + 17 francs ou 39 francs; les Vilmorin acclimatées 36 francs, et celles provenant des fuseaux 35 francs; les Dippe d'importations directes 35 francs, et les Dippe acclimatées 32 francs.

On calcule ainsi pour la valeur de la récolte d'un hectare les nombres suivants :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Vilmorin (graines achetées)............ | 38.750 × 39 = 1511.2 |
| 2. | Vilmorin acclimatées.................... | 50.625 × 36 = 1822.5 |
| 3. | Vilmorin (fuseaux)...................... | 46.875 × 35 = 1640.6 |
| 4. | Dippe graines achetées.................. | 48.750 × 35 = 1706.2 |
| 5. | Dippe acclimatées........................ | 51.250 × 32 = 1640.0 |

Il est manifeste que, d'après l'expérience précédente, il y aurait grand avantage, si l'on donne la préférence aux betteraves Vilmorin, à produire sa graine soi-même en plantant au printemps des semenceaux de choix provenant de la récolte précédente; il y aurait encore un léger avantage à utiliser la graine provenant des betteraves très réduites dites fuseaux, plutôt que d'employer les graines d'importation directe; mais si au contraire on avait reconnu que la culture des Dippe est plus rémunératrice, il vaudrait mieux acheter la graine, en admettant toutefois que la faible différence constatée entre les deux récoltes 4 et 5 ne fût pas absorbée et au delà par l'acquisition de la graine toujours plus onéreuse que la récolte directe.

Pourrait-on continuer plusieurs années cette production directe de la graine, ou bien conviendrait-il après un ou deux ans d'acheter de nouveau des graines de choix qui serviraient ensuite à fournir de nouveau des porte-graines? C'est là une question que l'expérience seule peut trancher, il est à remarquer en effet que, si les betteraves acclimatées ont donné une récolte beaucoup plus forte que les Vilmorin achetées, la qualité était déjà un peu inférieure.

### III. — Influence des doses variées de tourteaux employées comme engrais.

On a tracé sur la pièce destinée à la culture des betteraves dix-huit carrés d'essais : neuf ont été semés en Vilmorin, neuf l'ont été en Dippe.

Les fumures ont été distribuées dans l'ordre suivant : sur tous les carrés, 400 kilos de superphosphate de chaux et 150 kilos de nitrate de soude, et en outre sur :

| | Kil. | |
|---|---|---|
| **19, 22, 25** | 6000 | de tourteaux |
| **20, 23, 26** | 4500 | — |
| **21, 24, 26** *bis* | 3000 | — |

Les neuf carrés portaient des Vilmorin; les neuf suivants portaient des Dippe, et ont reçu :

| | Kil. | |
|---|---|---|
| **29** et **32** | 6000 | de tourteaux |
| **30** et **33** | 4500 | — |
| **31** et **34** | 3000 | — |

Quant aux trois carrés **27** *bis*, **27**, **28**, ils ont reçu 6000 kilos de

tourteaux, mais sur **27** *bis* la dose de superphosphates a été doublée, sur **27** à la dose habituelle de superphosphates est venu s'adjoindre 200 kilos de chlorure de potassium et 400 sur **28**.

TABLEAU II. — CULTURE DES BETTERAVES VILMORIN AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE WARDRECQUES EN 1887.

| NUMÉROS des parcelles. | FUMURES DISTRIBUÉES. | POIDS des racines à l'hectare. | DENSITÉ du jus. | SUCRE par décilitre de jus. | SUCRE pour 1° de densité. |
|---|---|---|---|---|---|
| 19........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 42.500 | 7°5 | 16.87 | 2.24 |
| 20........ | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 43.100 | 7°5 | 16.95 | 2.26 |
| 21........ | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 41.000 | 7°2 | 16.39 | 2.26 |
| 22........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 44.800 | 7°3 | 16.42 | 2.24 |
| 23........ | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 43.800 | 7°5 | 16.87 | 2.24 |
| 24........ | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 40.600 | 7°3 | 16.42 | 2.26 |
| 25........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 44.000 | 7°6 | 17.28 | 2.27 |
| 26........ | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 45.200 | 7°2 | 16.31 | 2.26 |
| 26 *bis*..... | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 48.900 | 7°2 | 16.31 | 2.26 |
| | *Influence des doses croissantes de tourteaux.* | | | | |
| 19, 22, 25. | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 43.700 | 7°5 | 16.19 | 2.24 |
| 20, 23, 26. | 4500 kil. tourteaux; 400 kil superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 44.000 | 7°4 | 16.71 | 2.25 |
| 21, 24, 26 bis. | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.................... | 43.500 | 7°2 | 16.37 | 2.25 |
| | — | — | — | — | — |
| | *Moyenne générale*....... | 43.733 | 7°3 | 16.42 | 2.24 |

Si on examine les tableaux II et III, on reconnaît que l'influence des engrais a été cette année très peu sensible; en effet en employant la dose considérable de tourteaux on pouvait espérer obtenir un rendement à l'hectare notable, mais d'autre part on pouvait craindre que l'exagération de la fumure azotée amenât une dimi-

nution de richesse; rien de tout cela ne s'est produit, et on peut voir que pour les Vilmorin (tableau II) si le rendement le plus fort est obtenu avec la dose moyenne de tourteaux, les doses doubles

TABLEAU III. — CULTURE DES BETTERAVES DIPPE AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1887.

| NUMÉROS des parcelles. | FUMURES DISTRIBUÉES. | POIDS des racines à l'hectare. | DENSITÉ du jus. | SUCRE par décilitre de jus. | SUCRE pour 1° de densité. |
|---|---|---|---|---|---|
| 27 *bis* .... | 6000 kil. tourteaux; 800 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 44.700 | 7°6 | 17.28 | 2.27 |
| 27........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. de superphosphate; 150 kil. nitrate de soude; 200 kil. chlorure de potassium.......... | 43.300 | 7°3 | 16.42 | 2.24 |
| 28........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude; 400 kil. chlorure de potassium.......... | 44.200 | 7°2 | 16.39 | 2.27 |
| 29........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 45.800 | 7°3 | 16.35 | 2.27 |
| 30........ | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 46.500 | 7°2 | 16.35 | 2.27 |
| 31........ | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. de nitrate de soude.......... | 43.100 | 7°3 | 16.42 | 2.25 |
| 32........ | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 46.500 | 7°25 | 16.35 | 2.27 |
| 33........ | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 100 kil. nitrate de soude.......... | 45.800 | 7°2 | 16.42 | 2.24 |
| 34........ | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 44.900 | 7°6 | 17.28 | 2.27 |
| | *Influence des doses croissantes de tourteaux.* | | | | |
| 29-32.... | 6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 46.150 | 7°2 | 16.35 | 2.27 |
| 30-33..... | 4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 45.850 | 7°2 | 16.38 | 2.27 |
| 31-34..... | 3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. nitrate de soude.......... | 44.000 | 7°4 | 16.85 | 2.27 |
| | — | — | — | — | — |
| | *Moyenne générale*....... | 45.333 | 7°2 | 16.42 | 2.27 |

l'une de l'autre n'ont donné en faveur de la plus forte qu'une différence de 1100 kilos, ce qui démontre clairement que les engrais employés n'ont montré pendant cette saison remarquablement sèche aucune efficacité; et en effet, la richesse maxima a été con-

statée sur le carré **25**, qui avait précisément reçu 6000 kilos de tourteaux à l'hectare.

En examinant le tableau III, nous voyons que, pour les betteraves Dippe, les fortes doses de tourteaux ont légèrement élevé le rendement et un peu diminué la richesse, mais les différences sont si faibles, qu'on ne peut en déduire aucune conclusion.

L'emploi d'une forte dose de superphosphates sur **27** *bis* a produit une bonne récolte présentant une grande richesse de 17.28 de sucre par décilitre de jus, tandis que **29** et **32**, qui n'ont reçu que 400 kilos de superphosphates, ont donné des racines moins riches; est-on en droit d'en déduire une certaine influence d'une forte dose de superphosphates sur la richesse en sucre des betteraves; ce serait bien imprudent, car le tableau III nous montre la parcelle **25**, donnant encore une richesse de 17.28 de sucre et n'ayant reçu cependant aucun supplément de superphosphates; le chlorure de potassium employé à deux doses différentes n'a pas montré d'efficacité.

Si les parcelles d'essais ne nous enseignent rien cette année, nous ne pouvons manquer d'être frappé de l'excellence des récoltes obtenues pendant une année si défavorable à la culture de la betterave, il est clair que, dans une terre profonde comme celle de Wardrecques, le sous-sol renferme des réserves d'humidité qui permettent aux plantes à racines pivotantes comme la betterave, de se défendre victorieusement contre la sécheresse.

Il est tout à fait intéressant de voir que le manque d'eau qui a empêché les engrais de se métamorphoser et d'exercer une influence utile, n'a pas arrêté les progrès de la végétation; il est vraisemblable qu'on en trouverait la raison en songeant que les engrais restent confinés dans les couches superficielles où ils ne se décomposent qu'à la condition de trouver une certaine dose d'humidité, qui a manqné en 1887, tandis que la plante elle-même, en enfonçant ses organes d'absorption dans les profondeurs du sol, a fini par y trouver la quantité d'eau nécessaire à son évolution. La culture générale des betteraves n'a pas conduit cette année à des résultats dignes d'être signalés: les rendements, exceptionnels pour cette saison, ont oscillé autour de 40000 kilos à l'hectare, les racines présentaient en moyenne une densité de 7,4, elles ont été vendues 36 francs la tonne, ce qui représente à l'hectare un produit brut d'environ 1400 francs.

## REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

### Physiologie végétale.

*Comment se comporte le formose vis-à-vis des cellules végétales privées d'amidon*, par M. D. WEHMER[1]. — Nous avons tenu nos lecteurs au courant de tout ce qui a été publié sur cet intéressant problème : Quelle est la forme première du produit de l'assimilation de carbone dans la cellule à chlorophylle éclairée.

Le dernier travail de M. O. Lœw[2] nous a annoncé la découverte d'un corps nouveau, obtenu par la condensation de l'aldéhyde formique, remarquable par sa saveur sucrée et par la propriété de réduire la liqueur de Fehling. Sans même savoir si cet isomère du glucose est réellement un sucre, ce qui est douteux, il importait de voir s'il peut se transformer en amidon dans le corps de la plante vivante. Les expériences déjà anciennes de M. Bœhm[3], celles plus récentes de MM. Meyer et Laurent[4], nous ont appris en effet que la plante affamée, c'est-à-dire privée de son amidon par un séjour prolongé à l'obscurité, est capable de faire de l'amidon à l'obscurité quand on la met en contact avec la solution de différentes substances, telles que la dextrose, la lévulose, la galactose, maltose, sucre de canne, mannite, dulcite et glycérine. D'autres matières, sucre de lait, raffinose, inosite, dextrine, érythrite, trioxymétylène, et quelques acides végétaux, mises en expérience de la même manière, n'ont fourni que des résultats négatifs.

L'auteur s'est proposé de faire la même expérience avec le formose. Il a choisi pour cela les plantes qui, d'après M. A. Meyer, fournissent le plus d'amidon dans les solutions de dextrose, de sucre de canne, de mannite et de glycérine : ce sont respectivement la garance, le lilas et le *Cacalia suaveolens*. L'amidon avait disparu après un séjour à l'obscurité variant de trois à sept jours ; ensuite on a placé les feuilles sur les solutions de formose pendant deux jours au moins pour les soumettre enfin à l'épreuve de l'iode.

Voici les résultats obtenus :

1° Les feuilles des quatre plantes n'ont pas fait d'amidon sur une solution de formose à 5 p. 100, même en quatorze jours;

2° Elles en avaient fabriqué en quelques jours sur une solution de dextrose à 10 p. 100.

3° Le *Cacalia* et la garance en ont donné de même sur la solution de sucre de canne à 5 p. 100;

4° Les mêmes plantes n'en ont pas donné en quatorze jours sur celle de l'érythrite à 5 p. 100.

Le formose ne se comporte donc pas comme les glycoses, et il devient de moins en moins probable que ce corps soit un hydrate de carbone.

1. *Ueber das Verhalten der Formose zu entstärkten Pflanzenzellen*. *Bot. Zeit.*, XLV. 1887, col. 713.
2. Voy. *Ann. agronom.*, t. XII, p. 205, 332.
3. Voy. *Ann. agronom.*, t. IX, p. 182.
4. *Ann. agronom.*, t. XII, p. 209.

Les autres propriétés qui tendent à faire exclure le formose de la famille des hydrates de carbone sont les suivantes : il ne donne pas d'acide lévulique en se dédoublant par les acides étendus; la combinaison qu'il produit avec la phénylhydrazine n'a pas la même composition que celles que donnent les corps de la série des dextroses. L'existence même de cette combinaison ne prouve rien, parce qu'un grand nombre de corps étrangers aux hydrates de carbone donnent avec la phénylhydrazine des dérivés bien définis. Les trois sucres de la formule ($C^{12}H^{12}O^{12}$), dextrose, lévulose et galactose, sont fermentescibles, agissent sur la lumière polarisée, fournissent de l'acide lévulique et forment avec la phénylhydrazine un corps de même composition, et enfin se transforment en amidon dans les plantes. Le formose ne fait rien de tout cela.

Les seuls points de ressemblance sont sa saveur sucrée, les six atomes de carbone qu'il renferme probablement et quelques réactions colorées.

La découverte du formose ne semble donc pas pouvoir servir d'appui à la théorie de Bayer, du moins quant à présent. Cela ne veut pas dire qu'une étude plus complète de ce corps soit sans intérêt, même au point de vue de la physiologie végétale.

VESQUE.

*Sur l'inanition de la cellule verte et sur le lieu de production de l'oxygène*, par M. N. PRINGSHEIM[1]. — M. Pringsheim vient de publier une note préliminaire sur des recherches qui, si les faits annoncés venaient à se vérifier, modifieraient profondément nos idées sur l'assimilation du carbone par les plantes vertes. Selon cet observateur, la méthode gazométrique est désormais impuissante à nous ouvrir de nouveaux aperçus. C'est pourquoi il la remplace par l'observation microscopique directe, qui lui a permis de constater, entre autres choses, que deux cellules voisines, en apparence absolument semblables, peuvent se distinguer par des énergies assimilatrices très inégales. La cause de cette différence devrait être recherchée en dehors de la cellule et serait en relation avec la respiration oxygénée du protoplasma.

Les cellules terminales nues des feuilles de quelques espèces de *Chara* se prêtent bien à ces recherches. Elles sont riches en grains de chlorophylle, assimilent activement et montrent très bien les courants protoplasmiques. On les place dans une goutte d'eau suspendue dans une chambre à gaz dans laquelle on fait circuler un courant continu d'hydrogène additionné de 1 à 5 pour 100 d'acide carbonique. On peut les observer ainsi commodément au microscope. L'énergie de l'assimilation peut être évaluée de deux manières différentes : 1° En plongeant les cellules dans de l'eau de chaux rendue limpide par un courant ménagé d'acide carbonique. La moindre dépense d'acide carbonique se trahit par un dépôt de carbonate de chaux. 2° Par la méthode des bactéries qui permet de constater le dégagement d'oxygène.

Quand on abandonne une de ces cellules de *Chara* pendant quelque temps à l'obscurité et dans un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique, le mouvement de circulation du protoplasma ne tarde pas à se ralentir et finit, au bout d'un temps plus ou moins long, par s'arrêter complètement. Le mouvement

1. *Ber. d. deutsch. bot. Gesellch.*, V, 294-307.

reprend si on fait parvenir de l'oxygène jusqu'à la cellule, à la condition que celle-ci ne soit pas restée trop longtemps dans l'état d'immobilité, autrement elle périrait sans rémission. Prenons une de ces cellules au moment où elle présente encore quelques traces de mouvements protoplasmiques et où son contenu ne présente encore aucune modification et exposons-la à la lumière : la cellule, malgré son appareil chlorophyllien intact, malgré l'acide carbonique du gaz ambiant, est incapable d'assimiler, les bactéries ne dénotent pas la moindre trace d'oxygène émis. M. Pringsheim appelle « inanition » cet état particulier de la cellule verte et vivante et cependant privée de la faculté d'assimiler.

L'action continue de la lumière n'empêche même pas cet état d'inanition de se manifester. La cellule exposée à la lumière dans un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique dégage de moins en moins d'oxygène, les mouvements du protoplasma se ralentissent jusqu'à ce que l'arrivée de l'oxygène ranime à la fois l'un et l'autre phénomène. Si, même à la lumière, l'inanition dure une ou plusieurs heures, la cellule meurt asphyxiée.

Ces faits sont en contradiction avec ce que nous savons de l'assimilation du carbone.

En effet, si, pendant la décomposition de l'acide carbonique, il se forme de l'oxygène libre dans l'intérieur de la cellule, il est impossible que cette même cellule qui dégage de l'oxygène souffre de l'absence de l'oxygène tant qu'elle assimile. La quantité d'oxygène qu'une plante verte met en liberté pendant l'assimilation dépasse évidemment de beaucoup celle qui est nécessaire à l'entretien de la respiration et dans le cas concret dont il s'agit, on voit pendant longtemps de l'oxygène se dégager à la surface d'une cellule qui, cependant, marche à grands pas vers l'inanition d'abord et l'asphyxie ensuite.

L'auteur conclut de cette expérience que l'oxygène libre ne vient pas de l'intérieur de la cellule, qu'il ne se forme pas d'oxygène libre pendant l'assimilation du carbone, ni inactif, ni actif, capable de remplacer dans la cellule l'oxygène libre de l'atmosphère. On est forcé d'admettre, dit l'auteur, que la cellule, en décomposant l'acide carbonique, met en liberté un corps qui ne dégage de l'oxygène libre qu'après sa sortie, c'est-à-dire à la surface de la cellule.

M. Pringsheim promet de nous fournir quelques renseignements sur la nature chimique de ce corps jusqu'à présent hypothétique.

En résumé, le dégagement d'oxygène et la décomposition de l'acide carbonique, considérés jusqu'à présent comme les deux manifestations d'un seul et même acte biologique, seraient deux phénomènes séparés, non simultanés, et se produisant en des lieux différents, l'un antérieur à l'autre, l'un ayant son siège à l'intérieur, l'autre à la surface de la cellule.

Ce qui est plus extraordinaire encore, c'est que, dans certains cas, des cellules, vertes ou privées de chlorophylle, observées au moment du passage entre la vie et la mort, peuvent dégager de l'oxygène pendant des heures, à l'obscurité. Les bactéries qui se dispersent aussitôt qu'on supprime la lumière quand il s'agit de cellules vivantes et normales, restent en place dans ce cas. Cette émission d'oxygène, indépendante de l'assimilation, reçoit le nom de « dégagement d'oxygène intramoléculaire ».

Si tout cela se confirmait, il deviendrait impossible d'étudier l'assimilation par le dosage de l'oxygène émis qui n'indiquerait en réalité autre chose que la rapidité plus ou moins grande de la diosmose et de la décomposition du corps hypothétique dont il vient d'être parlé. VESQUE.

*Sur les phénomènes d'oxydation dans la plante*, par M. J. REINKE[1]. — Dans son travail sur l'autoxydation dans la cellule vivante , l'auteur s'est demandé s'il était possible, étant donné l'état actuel de nos connaissances, de ramener la respiration des plantes à un phénomène chimique pouvant s'accomplir hors de la cellule, autrement dit, à une oxydation indépendante du corps vivant de la cellule, ou s'il fallait se résigner à faire intervenir l'action mystérieuse du protoplasma vivant. Il s'est prononcé pour la première alternative, après avoir extrait de la betterave une substance incolore, le rhodogène, qui s'oxyde très facilement à l'air et indépendamment de tout contact avec le protoplasma. Il a supposé que la cellule développe des matières qui non seulement brûlent à basse température lorsqu'elles sont en présence de l'oxygène atmosphérique; mais encore, en s'oxydant, favorisent l'action de l'oxygène, rendent possible la combustion directe du sucre, des acides, etc.

D'un autre côté, M. Pfeffer, dans le premier volume des travaux de l'Institut botanique de Tubingue, cherche à défendre l'idée soutenue par les physiologistes vitalistes de l'action du plasma vivant sur la respiration ; c'est du moins ainsi qu'il convient d'interpréter les paroles suivantes :

« La respiration est une fonction de l'organisme vivant indispensable à l'entretien de la vitalité normale et comparable jusqu'à un certain point à la combustion d'une bougie qui, en brûlant, crée les conditions nécessaires à l'entretien de la combustion. L'organisme protoplasmique lui-même est, sans aucun doute, le siège de la respiration qui dépend essentiellement de la vie et s'arrête au moment même de la mort.

« Si l'oxygène moléculaire oxyde certaines substances contenues dans les cellules, c'est que l'organisme vivant lui offre à cet effet les conditions favorables, et règle le phénomène. La cause primaire de la respiration ne réside pas dans l'action oxydante de l'oxygène, mais dans les dispositions spéciales créées par l'organisme vivant. »

Cette thèse ne serait pas soutenable, d'après M. Reinke, parce que le dogme qui l'a inspirée est une erreur ; la respiration ne s'arrête pas en même temps que la vie.

L'auteur a constaté, en effet, que des feuilles certainement tuées par un séjour prolongé dans la vapeur d'éther émettent pendant longtemps encore des quantités notables d'acide carbonique, et un de ses élèves, M. G. Brenstein, a étudié sous sa direction cette respiration *post mortem*.

Un lot de 12$^{gr}$,5 de feuilles de blé ou d'orge, tuées par un séjour de six minutes dans la vapeur d'eau à 100 degrés, a dégagé en vingt-quatre heures, à la température ordinaire :

1. *Zur Kenntniss der Oxydations vorgänge in der Pflanzen*, *Deutsch. bot. Gesellsch.*, 1887, t. V, 216-220.

2. Voy. *Ann. agronom.*, t. IX, p. 186.

| | Acide carbonique. Mgr. |
|---|---|
| Blé A | 30.0 |
| Blé B | 26.62 |
| Orge | 17.61 |

Quoiqu'il eût été impossible de découvrir sur les feuilles la moindre trace de bactéries, on a placé à côté d'elles un petit vase rempli d'éther qui devait empêcher le développement des microorganismes.

On objectera que les substances qui brûlent dans les feuilles mortes ne sont pas les mêmes que celles qui alimentent la respiration. C'est là une supposition gratuite; mais entre cette combustion *post mortem* et la respiration normale, il existe une autre analogie qui, selon M. Reinke, prouve la concordance entre la combustion en question et la respiration.

C'est que l'oxydation des feuilles tuées dépend de la température comme la respiration des tissus vivants.

M, Breinstein a fait l'expérience sur 10 grammes de feuilles vivantes et en même temps sur 10 grammes de feuilles tuées par la vapeur d'eau exposées à des températures de 10-11°, de 20-25° et de 33-36 degrés.

L'une des expériences, toutes concordantes du reste, a fourni les chiffres suivants :

| Températures. | Feuilles vivantes. Mgr. | Feuilles mortes. Mgr. |
|---|---|---|
| 10-11 | 42.35 | 6.27 |
| 20-25 | 91.03 | 48.85 |
| 33-36 | 174.00 | 179.00 |

Les chiffres expriment, comme ci-dessus, la quantité d'acide carbonique émis en vingt-quatre heures.

Il est à remarquer que l'influence de la température se fait plus vivement sentir quand il s'agit de feuilles mortes qu'avec les feuilles vivantes. Il n'y a pas de quoi s'étonner de cette influence de la température, puisque l'oxydation des autres corps très oxydables, du phosphore par exemple, dépend également de la température, mais on est forcé de reconnaître qu'il existe dans la cellule vivante un régulateur quelconque qui empêche la respiration de tomber trop bas à basse température.

Cette oxydation dans les tissus morts est-elle enfin une oxydation directe par l'oxygène atmosphérique? il est facile de le savoir en maintenant les feuilles dans de l'hydrogène.

Vingt grammes de feuilles tuées par la vapeur d'eau ont dégagé en vingt-quatre heures, à 23-52 degrés :

| | |
|---|---|
| Blé, dans l'air | 42.7 mgr. $CO^2$. |
| Blé, dans l'hydrogène | 0 mgr. $CO^2$. |
| Orge, dans l'air | 35.2 mgr. $CO^2$. |
| Orge, dans l'hydrogène | 2.75 mgr $CO^1$. |

On devait se demander si cette oxydation était accompagnée d'une perte de

glucose et dans quelle proportion. Ici encore les expériences de M. Brenstein ont répondu par l'affirmative. La glucose contenue dans les feuilles mortes disparaît en partie, mais la quantité de ce corps disparue ne suffit pas pour expliquer la perte d'acide carbonique, il faut donc que d'autres substances se détruisent en même temps, et ces substances sont au moins en partie, d'après M. Reinke, les corps autoxydables. Les feuilles *d'Ægopodium*, tuées par la vapeur et placées dans l'hydrogène, n'ont pas perdu de glucose. VESQUE.

## Chimie agricole.

*Études sur le cidre*, par M. LECHARTIER[1]. — Depuis plusieurs années M. Lechartier, professeur à la Faculté des sciences de Rennes, dont les lecteurs des *Annales* ont pu, à diverses reprises, apprécier la féconde activité, cherche le moyen de répandre la consommation du cidre qui peut être produit en si grandes quantités dans le nord-ouest de la France. M. Lechartier a non seulement, étudié lui-même et trouvé, ainsi qu'on va le voir, une méthode simple de conserver au cidre les qualités qu'il perd si aisément; il a su, de plus, déterminer un mouvement salutaire, il a formé l'Association pomologique de l'ouest dans laquelle sont discutées toutes les questions relatives à la culture du pommier et à la fabrication du cidre.

La consommation de cette excellente boisson est encore actuellement restreinte aux régions qui la produisent; le cidre n'est pas encore devenu une marchandise de grande exportation parce qu'il se modifie assez vite et acquiert une saveur âpre, dure, qui déplaît aux consommateurs qui ne s'y sont pas habitués de longue date.

Cette modification est due aux causes suivantes : la fermentation alcoolique ne transforme pas tout le sucre que contient le moût, et quand elle a épuisé son action, d'autres fermentations surviennent qui modifient d'autant plus profondément la saveur primitive du cidre, qu'elles s'attaquent à l'alcool déjà formé pour le métamorphoser en acide acétique.

Il est manifeste que si on pouvait conserver le cidre tel qu'il est, quand la fermentation alcoolique y est seule en jeu, on en augmenterait beaucoup la consommation car on lui trouverait toujours la saveur sucrée légèrement piquante et alcoolique qui le font rechercher.

M. Lechartier a essayé d'obtenir ce résultat en soumettant le cidre aux méthodes de stérilisation qu'avait employées jadis M. Pasteur, pour conserver les vins. En soumettant les cidres en bouteilles à une température voisine de 60 degrés, on a réussi à les stériliser et à y empêcher toute nouvelle fermentation, il en a été de même pour les cidres en fût, en les faisant passer dans l'appareil à circulation continue de M. de Lapparent; malheureusement, que le cidre ait été chauffé en bouteilles bouchées ou dans un appareil pour être ensuite conservé en tonneaux, il se développe dans sa masse une saveur spéciale qui rappelle celle des fruits cuits; on peut heureusement la faire disparaître en introduisant dans les fûts ainsi préparés une bouteille de cidre

1. *Du chauffage des cidres*, Comptes rendus, t. CV, p. 653. — *Sur la congélation de cidres* (ibid., p. 723).

ordinaire. La fermentation alcoolique se rétablit, le cidre redevient légèrement mousseux et conserve sa saveur normale sans qu'il y apparaisse de fermentation acétique.

Cette méthode paraît avoir très bien réussi; en effet les brasseurs de cidre du Havre écrivaient au maire du Havre à la date du 9 octobre, une lettre dans laquelle nous relevons le passage suivant :

« Depuis longtemps, monsieur le maire, les grandes villes demandent des cidres doux en plus grande quantité que la culture et le brassage n'en peuvent livrer. Après avoir dégusté les cidres chauffés et revivifiés par le ferment alcoolique et leurs témoins, nous déclarons que le moyen pratique de livrer les cidres est trouvé. »

M. Lechartier termine son importante communication à l'Académie par la conclusion suivante :

« En résumé, nous apportons la preuve qu'il est possible en appliquant le chauffage au cidre après le premier soutirage, de détruire toute fermentation dans sa masse et de le conserver avec les qualités de douceur qu'il possède en ce moment et que si dans cette opération il prend une saveur de cuit, on la fait entièrement disparaître en rétablissant la fermentation avant de le livrer à la consommation. »

L'auteur a voulu savoir en outre comment le froid pouvait agir sur le cidre; en le soumettant à un refroidissement de 18 à 20 degrés au-dessous de zéro, on y détermine la formation d'une certaine quantité de glace, et en laissant écouler la partie liquide on obtient du cidre dans lequel sont concentrés tous les principes provenant de la pomme, en même temps que la saveur et l'arome. Il est même un degré de concentration qu'il ne faut pas dépasser, et l'on ne doit opérer que sur des cidres nets de goût, ne possédant aucune saveur spéciale un peu prononcée, de terroir ou autre. On concentre tout, qualités et défauts et il ne faut pas que ces derniers deviennent assez apparents pour diminuer la valeur de la liqueur obtenue.

Appliquée à des cidres légers et de saveur agréable, la congélation y développe des qualités qui leur donne une plus-value considérable.

En revanche la congélation n'exerce aucune action sensible sur les ferments, les cidres soumis à l'action du froid, puis ramenés à la température ordinaire, fermentent encore énergiquement.

*Sur le tabachir*, par M. TH. POLECK[1]. — Les anciens Hindous et les Musulmans emploient depuis des temps immémoriaux, comme médicament réfrigérant, tonique ou aphrodisiaque le tabachir, une substance sécrétée par le bambou. Théophraste parle déjà d'un bambou sécrétant des pierres; il est même possible que le saccharum des anciens, de Pline, par exemple, ne soit pas autre chose que ce produit, puisque le sucre cristallisé n'a été connu en Europe que vers le IXe siècle.

Le tabachir brut forme des fragments irréguliers, variant de la grosseur d'un pois à celle d'une noisette, de couleur gris foncé ou noirâtre, ou quand est en petits morceaux, blanc de lait ou bleuâtre. Il est mou, friable et

1. *Mittheil. aus. d. pharmaceut. Institut Breslau*, in *Zeitschr. d. allgemeinen österr. Apothekervereins*, 1887, p. 139 et 155. — *Bot. Centralbl.* XXXI, p. 320.

ressemble à de la silice gélatineuse lentement desséchée. Il renferme des quantités d'eau très variables, se dissout un peu dans l'eau, facilement dans la potasse, dans laquelle il laisse un résidu lorsqu'il est impur.

Les morceaux choisis deviennent blanc d'opale par la calcination, ils rayent le verre et se dissolvent dans la potasse. L'acide fluorhydrique le transforme en fluorure de silicium. Il faut donc le considérer comme de la silice pure et même comme l'acide silicique normal Si (HO)⁴; les sels de potasse font défaut.

Les cendres du bambou présentent la composition suivante : silice 28,26; chaux, 4,48; magnésie, 6,57; sulfate de fer, 0,03; potasse, 34,22; soude, 12,76; chlore, 2,06; acide sulfurique, 10,7. Les morceaux d'un nœud séchés à 100 degrés ont laissé 2,54 p. 100 de cendres, ceux de l'entre-nœud, 2,9.

La richesse extrême en bases alcalines et la pauvreté en bases alcalino-terreuses expliquent aisément la formation du tabachir. Les entre-nœuds sont remplis d'une eau chargée de sels; or cette solution se comporte comme celle d'un silicate alcalin traitée par l'acide carbonique ou par d'autres acides : la silice se précipite. Comme on n'a pas signalé la présence d'acides organiques dans la tige du bambou, il est probable que l'acide carbonique précipite la silice, tandis que l'alcali passe par diffusion dans les autres parties de la plante. L'extrême pureté du tabachir et sa réaction neutre, plutôt même un peu alcaline, semblent plaider en faveur de cette hypothèse.

*Sur le dosage de l'azote ammoniacal du sol et sur la quantité d'azote assimilable dans le sol non cultivé*, par M. A. Baumann[1]. — L'auteur soumet à une série d'épreuves les méthodes qui ont servi jusqu'à présent à doser l'azote ammoniacal du sol, savoir : *a*) la méthode de Boussingault modifiée par M. Schlœsing; — *b*) celle de M. Schlœsing; — *c*) la méthode azotométrique de M. Knop. Il trouve que lorsqu'il s'agit d'un sol riche en humus, la méthode de Boussingault seule, modifiée comme on va le voir, peut donner des résultats exacts. C'est également l'avis de M. Grandeau. La nouvelle modification que M. Baumann ajoute à celle de M. Schlœsing, consiste en ce que l'acide qui a absorbé l'ammoniaque n'est pas titré, mais que l'azote est dosé ensuite en volume. Le procédé adopté par l'auteur est le suivant :

On arrose 200 grammes de terre avec 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique étendu (1 partie d'acide chlorhydrique concentré pour 4 parties d'eau); si la liqueur est très acide on ajoute 300 centimètres cubes d'eau, et on laisse digérer pendant deux heures en agitant de temps en temps. Lorsque le sol est très calcaire, il se peut que les 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique ne suffisent pas; dans ce cas on ajoute de l'acide jusqu'à ce que le dégagement d'acide carbonique cesse et on étend d'eau jusqu'à concurrence de 100 centimètres cubes. On doit éviter l'échauffement en plaçant le vase dans de l'eau froide. On prend 200 centimètres cubes de la liqueur filtrée (correspondant à 100 grammes de terre) qu'on introduit dans le récipient de l'azotomètre avec 5 grammes de magnésie fraîchement calcinée. Ce récipient est ensuite fermé par un bouchon de caoutchouc à deux tubes : le premier plonge jusqu'au fond et le second affleure au bouchon et communique avec un aspirateur. Le premier tube reçoit de l'air qui a traversé un mélange de

1. *Landwirthsch. Vers.-Stat.* — *XXXIII*, p. 247-303.

3 parties d'acide sulfurique concentré et de 1 partie de permanganate de potasse et qui s'est chargé d'ozone. L'aspirateur ayant fonctionné énergiquement pendant dix minutes, on peut considérer l'oxydation comme terminée. On lave avec de l'eau l'extrémité du tube qui a plongé dans l'extrait acide du sol et on soumet celui-ci à la détermination azotométrique, qui, on le sait, repose sur ce fait que l'eau de javelle alcaline bromée met en liberté l'azote de l'ammoniaque.

Sans insister sur les détails intéressant la chimie agricole et sur les observations critiques de l'auteur au sujet des différentes méthodes employées jusqu'à présent, nous passons aux résultats tels qu'ils ont été résumés par l'auteur lui-même à la fin de son mémoire :

1° Les sols non fumés et non cultivés ne renferment que des quantités minimes de salpêtre. La production de salpêtre est beaucoup plus faible dans les sols riches en humus que dans les sols pauvres en humus. Le maximum de production de salpêtre a été observé dans un sol calcaire, pauvre en humus; il s'en forme moins dans les sols sableux et argileux.

2° On n'a pas trouvé de salpêtre dans la terre d'une forêt. Il est même probable qu'il ne se forme pas de salpêtre dans ces sols, parce que les circonstances nécessaires au développement des éléments nitrificateurs font défaut. Si cela est vrai, les plantes forestières en sont réduites à l'azote ammoniacal.

D'après les recherches de M. Schröder un hectare de forêt exige $45^{kil},62$ d'azote. Or les analyses des eaux de drainage ont prouvé que seul le sol calcaire non fumé et inculte produit 50 kilogrammes d'azote nitrique, alors qu'un bon sol argileux n'en donne que $20^{kil},9$. L'acide nitrique formé en rase campagne ne suffit donc pas pour l'alimentation des arbres forestiers, de sorte que même en supposant que le sol des forêts fabrique du salpêtre aussitôt absorbé par les plantes, il ne s'en forme jamais assez pour l'alimentation des arbres.

D'un autre côté il semble que les corps « semblables à l'ammoniaque » jouent dans le sol un rôle beaucoup plus important qu'on ne le croyait jusqu'à ce jour.

De nombreux sols sableux, même la terre noire de Russie, ne donnent souvent à l'analyse que des traces d'ammoniaque et d'acide nitrique: en revanche on y trouve une forte proportion de corps qui dégagent de l'ammoniaque lorsqu'on les traite à froid par la soude caustique.

L'expérience a montré qu'on obtient également des quantités notables d'ammoniaque en faisant bouillir pendant deux heures les terres avec de l'acide chlorhydrique très dilué. Il y existe donc des corps analogues aux combinaisons des amides[1]. La quantité d'ammoniaque qui se dégage ainsi est dix, vingt fois plus forte que celle qui existe réellement dans le sol. MM. Cameron, Hampe, Wagner, Knop et Wolf ont montré que les combinaisons amidées peuvent être directement absorbées et utilisées par les plantes.

L'auteur promet de nouvelles recherches sur la nature de ces corps.

1. M. Berthelot a démontré le fait dépuis plusieurs années. Comptes rendus, 2° semestre 1886. (*Note de la réd.*).

*Le Gérant :* G. Masson.

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# RECHERCHES SUR LES VARIATIONS DU REVENU

## ET DU PRIX DES TERRES EN FRANCE

PAR

D. ZOLLA

### DEUXIÈME PARTIE (1789-1815)

I

Nous avons fait voir, dans un précédent article (*Annales agronomiques*, octobre 1887), que les revenus fonciers s'étaient accrus rapidement avant 1789. Cette hausse, déjà fort sensible dans les premières années du règne de Louis XVI, s'était manifestée nettement encore, de 1774 à 1789. On a même pu remarquer que, sur certains points du territoire, comme dans la Brie, l'augmentation des prix de fermage avait été surtout sensible durant les années qui précédèrent la Révolution.

Il est donc certain qu'au moment où celle-ci éclata, le mouvement ascensionnel des revenus fonciers était encore très manifeste et très général.

A partir de 1789, des causes bien différentes de celles que nous avons signalées jusqu'à présent, vont exercer une influence très marquée sur la valeur locative et vénale du sol. Les réformes politiques, la transformation brusque de notre système financier, la vente des biens nationaux, la création des assignats et leur dépréciation rapide, la guerre civile et les luttes extérieures, jettent le trouble dans les transactions, et réagissent sur la situation du marché, des capitaux et des produits.

On devine aisément qu'un bouleversement si profond ne pouvait manquer d'exercer une action sur la prospérité de l'agriculture et le revenu du territoire cultivé.

Pour rester fidèle à la méthode qui nous a guidé jusqu'à présent, nous allons tout d'abord exposer les faits constatés et étudiés, c'est-à-dire les variations survenues dans les prix de fermages de 1789 à 1815. Cette dernière date marque la fin de la longue et terrible crise qui agita pendant vingt-cinq ans la France et l'Europe.

On trouvera ainsi résumés en quelques chiffres les résultats de

la transformation politique, sociale et financière que les hommes de 1789 ébauchèrent, que l'Empire rendit plus durable, et qui devait nécessairement influer sur la valeur ou les revenus des propriétés rurales.

II

Quand on étudie l'histoire de quelques groupes de fermes éparses dans l'Anjou, la Vendée, la Normandie, la Champagne, la Bresse, etc., on constate aisément que tous les baux renouvelés en 1790, 1791 et 1792, ont été augmentés dans une forte proportion.

Ainsi pour cinq fermes appartenant aux hospices de Rouen, nous trouvons les variations suivantes dans les prix de fermages :

TABLEAU I. — FERMES DES HOSPICES DE ROUEN.

| | VALEUR LOCATIVE à la fin du règne de Louis XVI. | PRIX DES BAUX renouvelés dans la période 1790-1792. | HAUSSE P. 100. |
|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | |
| 1............. | 800 | 1300 | |
| 2............. | 1500 | 1750 | |
| 3............. | 3800 | 4200 | |
| 4............. | 3025 | 3600 | |
| 5............. | 5000 | 5400 | |
| TOTAL........ | 14.125 | 16.250 | 15 p. 100 |

Dans le Maine, on pouvait observer une plus-value analogue; la hausse est même encore plus accusée. Nous ne donnerons comme exemple que *neuf* fermes seulement, bien que nos recherches aient porté sur *deux cent vingt-cinq* exploitations, parce que les baux n'étant pas renouvelés aux mêmes époques, nous ne pouvions constater l'augmentation des fermages dans la courte période de 1790 à 1792, que pour un très petit nombre de domaines (tableau II).

Dans le département de l'Oise, aux environs de Beauvais, une plus-value analogue s'est produite.

Pour trois exploitations importantes appartenant aux hospices,

l'ensemble des fermages s'élevait à 2350 francs dans les dernières années du règne de Louis XVI ; les baux renouvelés portèrent les revenus à 2650 francs, soit une augmentation de **12.7 p. 100**.

Dans la Bresse, M. Dubost, dont nous avons cité déjà les études [1], signale également une hausse brusque et considérable de la valeur locative du sol à partir de 1790. M. Benoist [2] indique également pour plusieurs fermes du département de Seine-et-Marne une augmentation notable dans les prix de location de 1790 à 1792. Nous avons

TABLEAU II. — FERMES DES HOSPICES DU MANS.

| | VALEUR LOCATIVE à la fin du règne de Louis XVI. | PRIX DES BAUX renouvelés dans la période 1790-1792. | HAUSSE P. 100. |
|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | |
| 1.............. | 72 | 80 | |
| 2.............. | 280 | 300 | |
| 3.............. | 135 | 150 | |
| 4.............. | 63 | 69 | |
| 5.............. | 500 | 618 | |
| 6.............. | 330 | 360 | |
| 7.............. | 350 | 360 | |
| 8.............. | 720 | 940 | |
| 9.............. | 900 | 1050 | |
| TOTAL........ | 3350 | 3927 | 17 p. 100 |

enfin constaté le même phénomène dans le département de la Haute-Marne, pour quelques fermes et lots de terre appartenant aux hospices de Chaumont. Ce mouvement de hausse nous paraît donc très général ; ajoutons qu'il ne saurait nous étonner. Ce que nous avons pris soin de dire, dans la première partie de cette étude, au sujet des impôts sous l'ancien régime, suffit à l'expliquer en grande partie.

1. P.-C. Dubost, *Recherches sur la production agricole* (*Journal des économ.*), 1870.
2. Benoist, *Notices sur différentes communes du canton de Lezy-sur-Ourcq*. Meaux, Destouches, 1885.

La suppression seule de la *dîme* devait nécessairement produire une augmentation des prix de fermage, puisqu'aux termes du décret de 1791 la valeur en argent de cette contribution fut estimée à l'amiable ou par experts et ajoutée aux loyers des fermiers.

L'abolition des droits féodaux qui représentaient pour le paysan une charge considérable, eut les mêmes conséquences que la suppression de la dîme. Enfin, les fonds nobles et ecclésiastiques ayant été soumis à l'impôt à partir de 1790, l'augmentation de la masse de revenus imposables équivalut à un dégrèvement pour les propriétés rurales appartenant aux taillables, et les propriétaires purent accroître les fermages en raison de la diminution brusque des charges que le cultivateur avait jusque-là supportées.

Il ne faut pas oublier non plus que la valeur locative des terres tendait à augmenter avant 1789. On ne saurait trouver étonnant, qu'au début de la Révolution, un pareil mouvement ait continué à se produire.

III

Nous n'avons cherché à signaler la hausse des revenus fonciers que pendant les trois années qui suivirent la convocation des États généraux, parce que dès 1793, la dépréciation des assignats et leur cours forcé, modifièrent absolument les obligations des débiteurs et en particulier celles des fermiers. Ces derniers purent s'acquitter envers leurs propriétaires par des paiements effectués en un *papier-monnaie* déprécié.

Aussi voyons-nous les baux renouvelés en 1793 et en 1794 brusquement augmentés, doublés parfois, sans qu'il faille s'étonner de cette hausse apparente, qui pouvait dissimuler en réalité une baisse considérable des fermages.

Pour remédier à d'incessantes variations, et à une diminution effrayante dans la valeur réelle des assignats, les propriétaires eurent alors recours à un procédé nouveau dont la nécessité s'imposait : il fut stipulé que les fermages s'acquitteraient désormais en nature, et l'on convint de louer les propriétés rurales moyennant une redevance fixe en blé, seigle, avoine, bois, etc., etc.

La plupart des baux renouvelés sous le Directoire et le Consulat ne stipulent que des prestations en nature ou le paiement d'une somme d'*argent* représentant le prix de ces denrées au cours du moment. Cet usage subsista jusque dans les premières années de

l'Empire, et parfois même plus longtemps encore. Il fut général, et nous avons pu constater l'insertion de pareilles clauses dans les baux se rapportant aux fermes des hospices du Mans, d'Angers, de Beauvais, de Nancy, de Chalon-sur-Saône, etc., etc.

On comprend sans peine combien il était difficile d'estimer la valeur des denrées ainsi fournies à titre de fermage. Souvent il nous a été impossible d'y parvenir; parfois nous avons trouvé en marge des comptes du receveur l'indication du prix que ces prestations en nature représentaient aux cours du moment. Les chiffres que nous indiquerons dans la suite sont ceux qui correspondaient aux prix des baux *en argent*, ou a une moyenne prise sur trois ou quatre années, et indiquant la valeur des produits livrés par le fermier ; ils méritent donc toute confiance.

Par exception à la règle générale, les fermages relatifs aux domaines des hospices de Rouen représentaient tous une somme d'argent payable en numéraire à échéances fixes.

Voici les variations constatées pour dix fermes pendant la période 1789-1815 :

TABLEAU III. — FERMES DES HOSPICES DE ROUEN.

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX ÉPOQUES SUIVANTES : | | | | | HAUSSE p. 100 (1789-1815). |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1789. | Directoire. | Consulat. | Empire (1ers baux). | Empire (2es baux). | |
| | Livres. | Livres. | Livres. | Livres. | Livres. | |
| Amfreville | 3800 | ...... | 3800 | ...... | 5200 | |
| Anzouville | 900 | ...... | 1250 | ...... | 1500 | |
| Bois-Guillaume | 3200 | 4000 | 4200 | 2850 | 3850 | |
| Grande-Madeleine | 3600 | ...... | 3100 | 3100 | 4400 | |
| Petite-Madeleine | 2500 | ...... | ...... | 2400 | 2600 | |
| Sainte-Croix | 520 | ...... | 525 | ...... | 700 | |
| Quevilly | 5000 | ...... | 6200 | ...... | 8200 | |
| Mouville | 3000 | ...... | ...... | 4650 | 3750 | |
| Pretot | 800 | ...... | 700 | ...... | 1105 | |
| Yquebœuf | 1500 | ...... | 1875 | 1875 | 2200 | |
| TOTAL | 24.820 | ...... | ...... | ...... | 33.805 | 36 |

*Arrondissement de Mamers.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX ÉPOQUES SUIVANTES : | | | | HAUSSE. P. 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1789. | Directoire. | Consulat. | Empire. | |
| | Livres. | Livres. | Livres. | Livres. | |
| 27. Petit Houx........ | 330 | ....... | 340 | 395 | |
| 28. Foliefrairie........ | 250 | 287 | 300 | 300 | |
| 29. La Folie.......... | 500 | 414 | 476 | 800 | |
| 39. Haute-Fontaine.... | 200 | ....... | 210 | 250 | |
| TOTAL......... | 1280 | ....... | ....... | 1745 | 36 p. 100 |

En tenant compte de la dîme supprimée l'augmentation se réduit à **26 p. 100**.
MOYENNE DE L'ACCROISSEMENT DE LA VALEUR LOCATIVE DANS LES QUATRE ARRONDISSEMENTS DE LA SARTHE........................................ **17.2 p. 100.**

A titre de vérification nous avons tenu à relever encore le prix EN ARGENT des baux relatifs à vingt-huit domaines situés dans les différents arrondissements de la Sarthe, mais principalement dans ceux de Mamers et du Mans (tableau V).

Aucune redevance en nature n'était stipulée dans les baux dont nous indiquons plus bas la valeur; *notons seulement qu'après 1789 les impôts furent tous acquittés par le fermier.* Cette obligation leur fut expressément imposée, tandis qu'avant la Révolution, elle était sous-entendue dans toutes les conventions relatives à la location des biens ruraux.

La hausse du prix de fermage de ces exploitations est d'autant plus remarquable que la région du Maine eut beaucoup à souffrir, comme on le sait, de la guerre civile[1].

Les chiffres que nous indiquons ne sont pas obtenus cependant par un artifice de calcul, et l'on ne peut pas dire que l'augmentation extraordinaire des revenus de quelques domaines vienne influer sur la moyenne. En jetant les yeux sur les tableaux que nous avons tenu à reproduire en entier, on voit que toutes les fermes sans exception ont augmenté de valeur locative pendant la période 1789-1815. Même en tenant compte, comme nous l'avons fait, de

1. Celle-ci dura sept ans, de 1793 à 1800 (Voy. à ce sujet les *Histoires de la Chouannerie*, par l'abbé Poulain et Duchemin-Descepeaux.

la suppression des dîmes, la hausse n'en demeure pas moins manifeste.

Il est intéressant de comparer cette plus-value avec celle qui

TABLEAU V. — FERMES DES HOSPICES DU MANS (deuxième groupe).

| NOMS DES FERMES. | PRIX EN ARGENT DES BAUX AUX DATES SUIVANTES : 1789. | 1814. | HAUSSE p. 100 |
|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | |
| Vairie | 700 | 750 | |
| Bardoulière | 450 | 550 | |
| Gautrie | 500 | 675 | |
| Bindière | 650 | 905 | |
| Barie | 510 | 510 | |
| Breuil | 162 | 162 | |
| Petit Sangré | 60 | 138 | |
| Landra· dière | 75 | 95 | |
| Les Ardens | 600 | 840 | |
| Galupeau | 180 | 206 | |
| Lastière | 160 | 350 | |
| Pollier | 72 | 78 | |
| Petit-Breuil | 200 | 250 | |
| Petit-Grenouillet | 250 | 360 | |
| Grande-Maison | 170 | 200 | |
| L Etre des Prés | 550 | 430 | |
| Saint-Lazare | 440 | 510 | |
| Les Ormeaux | 75 | 95 | |
| Quatre vents | 200 | 340 | |
| Gendrie | 57 | 72 | |
| Brumalle | 90 | 182 | |
| Gabelle | 160 | 192 | |
| Guerangerais | 120 | 130 | |
| Montbault | 90 | 130 | |
| Cousinière | 160 | 165 | |
| Herbault | 75 | 105 | |
| La Perche | 360 | 400 | |
| TOTAL | 7116 | 8820 | 23.9 p. 100 |

En tenant compte de la dîme supprimée, cette augmentation se réduit à **12.9 p. 100.**

s'était produite sous le règne de Louis XVI. Un pareil examen nous conduira à des conclusions qui nous paraissent utiles et dignes d'attention (tableau VI).

Ainsi pendant le règne de Louis XVI, nous n'avions constaté qu'une plus-value de 16 p. 100 dans les fermages, et cette hausse atteint 17 p. 100 pendant les *vingt-cinq* années qui s'écoulèrent de

1789 à 1815. Ce résultat pourrait sembler étrange et demande à être expliqué. Il nous suffit de rappeler à ce propos que les prix de location des propriétés rurales avaient surtout augmenté dans les dernières années du règne de Louis XV, ou dans les premières années qui suivirent l'avènement de Louis XVI. La hausse de 16 p. 100 que nous indiquons pendant la période 1774-1789 ne

TABLEAU VI. — HAUSSE P. 100 DE LA VALEUR LOCATIVE DES FERMES AUX ÉPOQUES SUIVANTES :

| | PÉRIODE 1774-1789. | PÉRIODE 1774-1789. |
|---|---|---|
| | P. 100. | P. 100. |
| Arrondissement du Mans......... | 13.3 | 16.5 |
| Arrondissement de La Flèche..... | 13 | 19.8 |
| Arrondissement de Saint-Calais... | 20 | 6.9 |
| Arrondissement de Mamers....... | 18 | 26 |
| MOYENNE............. | 16 p. 100 | 17.2[1] p. 100 |

correspond qu'aux augmentations qui se sont produites *lors du renouvellement* des baux signés de 1770 à 1776.

Pour arriver au chiffre de 17 p. 100 d'augmentation, depuis 1789 jusqu'à 1815, nous avons au contraire comparé les prix des baux signés à la fin du règne de Louis XVI avec les fermages acquittés dans les dernières années du premier Empire! Si l'on veut obtenir des résultats exactement comparables, il faut donc chercher l'augmentation moyenne annuelle aux deux époques. Elle est de 1 p. 100 environ de 1774 à 1789, et de 0.68 p. 100 pour la période 1789-1815.

La valeur locative des fermes dans la Sarthe s'est donc en somme accrue moins rapidement après la Révolution que pendant les quinze années qui l'ont précédée. Si l'on tient compte, en outre, de la suppression de la corvée, du cens, de l'abolition des droits féodaux, de la diminution considérable des droits sur le sel, on

1. Rappelons que ce chiffre a été obtenu en tenant compte de la dîme supprimée.

arrive à cette conclusion, que le revenu net de la propriété rurale n'a pas augmenté aussi rapidement qu'on aurait pu s'y attendre. La diminution des charges fiscales suffit à expliquer la hausse que nous constatons. Le développement de la production agricole ne paraît pas y avoir contribué.

Il n'en faut pas moins noter avec soin que la valeur locative du sol augmenta dans cette partie du Maine, malgré la crise politique terrible qui agita la France entière, malgré la guerre civile et la Terreur.

C'est là un fait trop important pour que nous le passions sous silence.

Dans le département de la Mayenne où la guerre civile fit tant de ravages, nous avons au contraire à signaler une baisse caractéristique.

Voici quelques indications à ce sujet :

TABLEAU VII. — FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DU MANS.

*Arrondissement de Mayenne (Mayenne).*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX ÉPOQUES SUIVANTES : | | | | BAISSE p. 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1789. | Directoire. | Consulat. | Empire. | |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | |
| Fléchigny........... | 380 | 364 | ........ | 400 | |
| Caceau............. | 330 | 311 | ........ | 350 | |
| Moraines............ | 760 | 700 | ........ | 620 | |
| Sourderie........... | 330 | 290 | 290 | 290 | |
| TOTAL.......... | 1800 | 1665 | ........ | 1660 | 7.7 p. 100 |

En tenant compte de la dîme supprimée en 1791 et ajoutée aux fermages, la baisse réelle est de 17 p. 100.

La baisse notable que le tableau indique s'est produite de 1789 à 1799. Tous les baux renouvelés sous le Directoire accusent une diminution marquée de la valeur locative. Il y eut pour deux fermes une hausse notable à partir de 1804. La baisse s'accentua au contraire pour deux autres domaines, qui avaient eu plus à souffrir des réquisitions ou des pillages.

Cette région doit nous apparaître d'ailleurs comme une exception, et nous ne pouvons songer à tirer quelques conclusions générales des chiffres qui la concernent.

Il en est autrement pour l'arrondissement de Rouen et pour les fermes qui s'y trouvent situées. Pendant le règne de Louis XVI, celles-ci avaient augmenté de valeur locative dans la proportion de 12 p. 100. De 1789 à 1815, la hausse que nous venons de constater atteint 26 p. 100, en tenant compte de la dîme supprimée. La plus-value moyenne annuelle a donc été de 0.80 p. 100 dans la première période, et de 1 p. 100 dans la seconde.

Si l'on remarque que la fertilité du sol est plus grande dans cette région que dans le Maine, et surtout si l'on se souvient que la guerre civile n'avait pas pénétré jusque dans cette partie de la Normandie, on comprendra aisément la différence que nous observons entre les fermes des environs de Rouen et celles du département de la Sarthe. La diminution des charges imposées aux fermiers nous paraît expliquer d'ailleurs la hausse plus rapide des fermages que nous constatons à partir de 1789.

Les documents que nous avons pu recueillir sur les variations des prix de fermage dans le département de l'Oise indiquent une hausse légère de 1789 à 1815. Cette augmentation est du reste expliquée par la suppression de la dîme et la diminution des charges qui pesaient sur les cultivateurs.

Dans son travail sur les domaines agricoles appartenant aux hospices de Bourg, M. P.-C. Dubost signale, à partir de 1796, une sorte d'arrêt assez brusque dans l'augmentation des revenus fonciers.

Après une période de hausse rapide, il constate même une baisse notable.

Voici les réflexions que ces faits lui suggèrent :

« A partir de 1790 et jusqu'en 1796, la rente monta très vite encore et passa assez brusquement de 30 à 45 francs[1] l'hectare. Elle descendit ensuite aussi rapidement qu'elle avait monté, et se maintint autour de 30 francs durant tout l'Empire, et jusque vers les dernières années de la Restauration. La hausse si rapide qui s'observe de 1790 à 1796 ne tient pas à un développement correspon-

1. Nous faisons quelques réserves au sujet des chiffres qu'avance l'auteur. Nous ne savons pas s'il a tenu compte de la dépréciation des assignats, mandats territoriaux, etc.

dant de la production agricole : c'est surtout aux réformes fiscales et à la suppression de la dîme qu'il faut l'attribuer... Quant à la baisse qui suivit immédiatement cette hausse et qui fut tout aussi rapide, elle s'explique par des causes générales qui frappèrent la production agricole dans sa source, et qui portèrent atteinte à toutes les situations : défaut de sécurité sous le Directoire, et guerre permanente sous le premier Empire[1]. »

Citons encore, pour être complets, les chiffres indiqués dans deux monographies, l'une relative aux domaines des hospices de Sens, et l'autre à deux grandes exploitations des environs de Meaux (Seine-et-Marne) :

DOMAINES DES HOSPICES DE SENS.

(D'après M. Lallier)

| | |
|---|---|
| Augmentation des fermages pendant la période 1789-1815 | 12.7 p. 100 |
| En tenant compte de la dîme supprimée l'augmentation se réduit à | 2.7 p. 100 |

FERMES DE SEINE-ET-MARNE

D'APRÈS M. BENOIST.

Ces domaines étaient loués en 1792 à raison de 54 francs l'hectare *sans charges d'impôt*, et 55 francs en 1805 avec l'obligation d'acquitter les contributions. Il s'est donc vraisemblablement produit une augmentation, qu'il est du reste fort difficile d'évaluer.

CONCLUSION. — Quand on jette un rapide coup d'œil sur tous les faits que nous venons d'exposer, on s'aperçoit qu'ils peuvent se résumer ainsi en quelques lignes :

Pendant les premières années qui suivirent la Révolution, il s'est produit, dans l'Anjou comme dans le Maine, dans la Normandie comme dans la Brie, le Beauvoisis ou la Bresse, une hausse générale des fermages qui s'explique aisément par la diminution des charges imposées aux cultivateurs sous l'ancien régime.

Après avoir ainsi brusquement augmenté, la valeur locative du sol ne reprend qu'avec une extrême lenteur sa marche ascensionnelle. Dans les circonstances les plus favorables, malgré la diminution des impôts d'État et l'abolition des droits seigneuriaux, malgré la suppression des entraves qu'une législation surannée imposait

1. *Journal des économistes*, juin-juillet 1870.

à la libre culture du sol et au commerce de ses produits, l'accroissement moyen annuel de la valeur locative des terres n'est guère plus considérable après 1789 que pendant le règne de Louis XVI.

Aux environs de Bourg, les prix de fermages sont les mêmes en 1815 et en 1789.

Notons aussi que, dans la plus grande partie du Maine, nous avons observé une hausse incontestable, mais qui correspondait néanmoins à une plus-value annuelle moins rapide que celle dont nous signalions dernièrement l'importance pour *les mêmes fermes* avant 1789.

En Normandie seulement, et dans l'arrondissement de Rouen, c'est-à-dire au voisinage d'un centre important de consommation, les prix de fermages se sont élevés plus rapidement que pendant le règne de Louis XVI.

Les réformes politiques et financières de la Révolution ne nous paraissent donc avoir exercé qu'une bien faible action sur le développement des revenus de la propriété rurale.

La raison en est facile à découvrir.

Les guerres soutenues par la République et l'Empire contre l'Europe coalisée, la conscription qui enleva aux campagnes tant de bras valides et de courageux travailleurs, le trouble ruineux apporté dans les transactions par les mesures violentes de la Convention et la gigantesque aberration économique du blocus continental, tout s'était réuni pour arrêter dans son essor la production agricole, pour détruire une partie de son capital d'exploitation et restreindre ses débouchés, en diminuant la consommation de ses produits.

Telle est la conclusion que nous pouvons tirer de l'étude des variations de la valeur locative des exploitations rurales dans les régions dont nous nous sommes occupé.

Il nous reste à justifier notre opinion par des considérations d'une plus grande portée, tirées de l'examen des enquêtes générales dont nous pouvons disposer.

## LES ENQUÊTES GÉNÉRALES

### I

Pour savoir si la valeur locative du territoire cultivé s'est accrue en France de 1789 à 1815, on peut se demander tout d'abord quel était le produit brut de l'agriculture à ces deux dates extrêmes. Nous

avons dit, en effet, et nous pensons avoir prouvé que le fermage représente une partie du produit brut de chaque exploitation et varie avec lui dans le même sens.

Quand la somme des valeurs créées annuellement tend à s'élever d'une façon générale, les prix de location augmentent également. C'est ainsi que durant les vingt années qui ont précédé la Révolution, nous avons vu les revenus fonciers s'accroître rapidement, parce que le produit brut des fermes augmentait, lui aussi, grâce à la hausse considérable du prix des denrées agricoles. Nous n'avons jamais eu, du reste, l'intention de soutenir que la valeur locative du sol est exactement proportionnelle au produit brut. Nous sommes même persuadé que, plus l'agriculture progresse, plus ses procédés deviennent perfectionnés, plus son outillage est compliqué et ses récoltes abondantes, plus la part réservée au propriétaire dans le produit brut diminue d'une façon relative tout en s'accroissant d'une façon absolue.

C'est un fait prouvé par l'expérience, que cette décroissance du rapport du revenu net au revenu brut à mesure que la civilisation se développe. « Il y a là, dit M. Leroy-Beaulieu, une loi de nature, et c'est encore un des faits qui prouvent l'exagération et la fausseté de la doctrine de Ricardo sur la position privilégiée du propriétaire foncier. Si l'on pouvait analyser dans une livre de pain ce qui en moyenne représente le prix du travail, le bénéfice du fermier, l'intérêt des capitaux, et le fermage à proprement parler, on verrait que la part du fermage a toujours été en baissant depuis bien des années[1]. »

## II

En 1790, Lavoisier évaluait à 2 milliards 750 millions le produit brut du territoire agricole de la France. Ce chiffre nous paraît admissible, et nous pensons qu'on peut l'adopter sans modifications. Comme terme de comparaison à la fin du premier Empire, nous possédons des estimations faites par Chaptal et portant à la fois sur le produit brut et le produit net de l'agriculture française[2]. L'auteur évalue le premier à 4678 millions et le second à 1600 mil-

1. Paul Leroy-Beaulieu : *Essais sur la répartition des richesses*, p. 112.
2. Voy. l'ouvrage sur l'*Industrie française*, par le comte de Chaptal, 2 vol. Paris, 1819. Le chapitre consacré à l'agriculture se trouve à la fin du tome Ier.

lions. Il est impossible de comparer le chiffre de 4 milliards 678 millions avec celui de 2 milliards 750 millions indiqué par Lavoisier. M. Léonce de Lavergne, qui cite dans l'introduction de son livre *Sur l'économie rurale de la France* les travaux de Chaptal, fait, au sujet des évaluations que ce dernier propose, les observations suivantes :

Lavoisier n'avait compris dans le produit total, ni les semences que Chaptal évalue à 381 millions, ni la consommation des animaux attachés à la ferme, que Chaptal évalue à 863 millions, ni le dépérissement et la mortalité de ces mêmes animaux, ni les poissons des marais et rivières, etc., etc Ces retranchements s'élèvent ensemble à près de 1400 millions. En ramenant les deux statistiques à des bases communes, on trouve pour le produit total annuel de l'agriculture à la fin de l'Empire, un peu plus de 3 milliards[1].

Nous pensons, comme M. Léonce de Lavergue, que le développement de la production agricole a été à peu près nul pendant les années terribles de la Révolution et très lent sous l'Empire. L'étude des variations du revenu des terres dans les régions sur lesquelles nos recherches ont porté, ne peut que confirmer cette opinion. Cependant nous croyons devoir faire des réserves formelles au sujet de l'exactitude des chiffres fournis par Chaptal. L'origine en est quelque peu suspecte et nous ne pouvons pas les accepter avec une entière confiance, malgré la haute autorité de celui qui les publie et la compétence de l'éminent économiste qui les adopte.

M. Moreau de Jonnès, dans les premières pages de son ouvrage *Sur la statistique agricole de la France*, s'exprime ainsi au sujet des travaux de Chaptal :

L'inventaire de la production agricole qu'on trouve dans le même ouvrage (celui de M. Chaptal) n'a pas une plus grande valeur que la détermination des surfaces. L'auteur dit qu'il en a tiré les chiffres des états fournis au gouvernement pendant quatorze années consécutives; il s'ensuivrait que ces documents remonteraient à 1805 et comprendraient toute la période impériale avec le commencement de la Restauration Dans ce cas, on ne saurait expliquer pourquoi on n'en aurait fait aucun usage dans l'exposé sur la situation de l'Empire, où de tels détails auraient nécessairement pris place, si alors on les avait possédés; mais il est certain qu'on n'avait rien de pareil à cette époque, et que ces nombres n'appartiennent pas plus à la statistique impériale que

1. L. de Lavergne, *Économie rurale de la France*, Introduction, p. 43.

les chiffres hypothétiques empruntés à M. Hennet (chiffres relatifs à la surface cultivée).

Il est vraisemblable que les quantités et valeurs attribuées aux productions rurales dans l'inventaire de M. Chaptal, ont été établies d'après les tableaux dressés chaque année par les préfets, pour donner en masse un aperçu de l'état des récoltes dans leurs départements; cependant toute vérification faite, les chiffres en sont tout à fait différents, et il faut qu'ils aient été remaniés pour en former des moyennes arbitraires; opération qui ne permettrait pas de les admettre, quand bien même l'obscurité do leur origine ne serait pas un titre suffisant pour les rejeter.

C'est là un jugement sévère; nous l'avons néanmoins reproduit parce que nous croyons utile de montrer quelle incertitude pèse sur toutes ces évaluations générales, transmises de génération en génération, acceptées de confiance, et devenues pour ainsi dire classiques, parce qu'on a coutume de les citer à chaque instant.

Il est incontestable qu'au XVIIIe siècle et pendant les quinze premières années du XIXe, il n'a été fait aucune enquête méritant réellement confiance sur la quantité et la valeur des produits agricoles. Les chiffres qui nous sont proposés à ce sujet résultent de calculs plus ou moins exacts, et ne peuvent être que des évaluations toujours incertaines.

Si critiquables cependant que puissent être les estimations faites par Chaptal, elles ne s'écartaient sans doute pas beaucoup de la vérité.

M. Moreau de Jonnès lui-même est obligé d'en convenir, puisqu'il indique dans son ouvrage le chiffre de 3 milliards 356 millions comme représentant le montant du produit brut annuel de l'agriculture en 1813. Or, nous avons vu qu'en faisant subir aux évaluations de Chaptal certaines réductions parfaitement motivées, on obtenait le chiffre de 3 milliards environ. En revanche M. Jonnès évalue, nous ne savons pourquoi, à 2 milliards 32 millions seulement le montant de la production agricole en 1789. L'écart entre le produit brut de 1789 et celui de 1813 se trouve ainsi considérablement accru, et l'auteur en tire la conclusion suivante: « En 1813 la production valait 3 milliards et un tiers; *elle s'était augmentée de 65 p. 100 en vingt-cinq années !* » Nous pensons qu'il y a là une évidente exagération.

Le chiffre de 2 milliards 32 millions est incontestablement trop faible. Lavoisier portait à 2 milliards 750 millions le montant de la production agricole en France; Dupont de Nemours croyait qu'il n'était pas inférieur à 3 milliards.

Ces estimations, que nous ne pouvons malheureusement discuter ici, nous paraissent fort acceptables. En adoptant même le chiffre de 3 milliards 356 millions proposé par M. Moreau de Jonnès, et en le comparant à celui de 2700 millions, qui est, nous le répétons, fort vraisemblable, on voit que l'augmentation ne serait que de 656 millions ou de 25 p. 100 en vingt-cinq années, soit 1 p. 100 par an.

Réduit à ce taux, l'accroissement du produit brut agricole est parfaitement admissible. Dans le Maine, malgré les troubles dont cette région fut si vivement agitée, nous avons constaté une hausse annuelle de 0.68 p. 100, relative aux prix de fermage. En Normandie, aux environs de Rouen, cette plus-value atteint précisément 1 p. 100. L'augmentation du produit brut agricole pourrait expliquer l'accroissement de la valeur locative que nous avons constatée.

Nous pensons que c'est entre le chiffre proposé par M. de Jonnès et celui de 3 milliards adopté par M. de Lavergne que se trouve sans doute la vérité. Encore ne faut-il pas oublier que les progrès ainsi manifestés sont plus apparents que réels. C'est moins à l'amélioration des procédés de culture, à la diminution des jachères, à l'augmentation des rendements, qu'à la réduction des charges et à l'influence bienfaisante de la liberté qu'était due l'augmentation du produit brut agricole.

« Les champarts, les dîmes inféodées, les dîmes même ecclésiastiques, enlèvent dans quelques cantons plus de la moitié, quelquefois la totalité du produit net de la culture, en sorte que le malheureux cultivateur, pressé de tous côtés par des droits qui croissent quelquefois dans une proportion plus forte que le produit net, *n'a aucun intérêt d'augmenter ses avances et d'améliorer sa culture.* » C'était Lavoisier lui-même qui s'exprimait ainsi devant le comité d'administration de l'agriculture en 1787. L'aveu est précieux à recueillir !

Comment ne pas comprendre l'influence qu'exerça sur la production agricole la suppression de pareils droits ?

III

Il n'est pas moins intéressant pour nous de chercher à apprécier l'augmentation du revenu net des propriétés rurales durant la même période 1789-1815.

L'évaluation qui nous servira de point de départ ou de terme de comparaison est celle de Lavoisier. Il fixe à 1380 millions environ le revenu net de la propriété foncière rurale et *urbaine*.

Dans son ouvrage sur l'industrie française dont nous venons de parler déjà, Chaptal indique les résultats d'une enquête prescrite et dirigée par le baron Louis, alors ministre des finances. « Ce travail, dit-il, exécuté à la fois sur toute l'étendue de la France par des hommes instruits et étrangers à tout intérêt de localité, a prouvé que le revenu imposable pouvait être évalué à 1626 millions, y compris les maisons. »

En adoptant cette évaluation, on voit que le revenu imposable des biens fonds urbains et ruraux se serait accru de 264 millions ou de 17 p. 100 en vingt-cinq ans.

Nous possédons également un chiffre digne de confiance, et qui résulte des recherches faites en 1820 pour assurer une répartition équitable de la contribution foncière entre les départements. L'enquête de 1820 fixe à 1580 millions en chiffres ronds le revenu net imposable des propriétés foncières de toute nature.

En comparant toujours ce chiffre à celui de 1380 millions, on trouve une augmentation de 200 millions seulement ou de 14 p. 100 en vingt-cinq ans.

Il existe une incontestable analogie entre la marche des prix de fermage et celui des prix de location relatifs aux immeubles urbains. Nous l'avons montré dans la première partie de ce travail, à propos de biens-fonds de toute catégorie possédés par les hospices du Mans et certaines communautés religieuses de Paris. On peut donc admettre que l'adjonction du revenu des maisons à celui des exploitations rurales, des bois, vignes, landes, etc., ne modifie pas sensiblement les résultats d'une enquête générale.

Le chiffre indiqué par l'administration en 1820 nous paraît devoir être adopté, bien qu'il corresponde à une augmentation de revenu net de la propriété non bâtie que nous jugeons trop faible.

La moyenne de l'accroissement relatif à la valeur locative du sol dans les régions que nous avons étudiées, est d'environ 20 p. 100 depuis 1787 jusqu'à 1825. Cette plus-value est celle que nous avons constatée, en *tenant compte de la suppression de la dîme*. Par conséquent, la plus-value *brute*, si nous pouvons nous exprimer ainsi, aurait atteint 30 p. 100 environ en vingt-cinq ans, c'est-à-dire un peu plus de 1 p. 100 par an. Nous ne nous dissimulons pas que

les faits sur lesquels notre opinion se fonde ne sont pas assez nombreux pour être absolument concluants.

Des recherches de la nature de celles que nous avons entreprises exigent malheureusement beaucoup de temps et de patience; nous n'avons pu les multiplier encore autant que nous l'aurions souhaité. Il nous est donc interdit de nous prononcer dès maintenant d'une façon définitive. Le temps seul nous permettera de combler les lacunes dont nous sentons le danger, et qui nous obligent à une sorte de timidité dans nos conclusions.

## L'ÉLÉVATION DES PRIX

### I

En parlant de l'augmentation des prix de fermage dans la Sarthe, la Mayenne, le Maine-et-Loire, etc., etc., nous avons seulement exposé les faits que nos recherches avaient mis en lumière; il nous reste à les expliquer.

Nous nous demanderons tout d'abord, comme nous l'avons fait dans la première partie de ce travail, si les prix de location des immeubles urbains avaient suivi la même marche que les fermages, de 1789 à 1815.

En puisant aux mêmes sources que précédemment, c'est-à-dire en consultant les sommiers des biens-fonds appartenant aux hospices du Mans, voici les indications que nous avons obtenues (tableau VIII).

Cette augmentation de 28 p. 100 dans la valeur locative des maisons, se rapproche beaucoup de celle que nous avons signalée pour un groupe de trente fermes pendant la même période, elle est très voisine également de la plus-value (23 p. 100) constatée pour un deuxième groupe d'exploitations rurales éparses dans les quatre arrondissements de la Sarthe.

L'accroissement des revenus fonciers a donc été un fait général de 1789 à 1815, et s'est produit pour les immeubles urbains aussi bien que pour les propriétés rurales.

### II

Nous avons déjà montré, à propos de l'augmentation des revenus fonciers sous Louis XVI, le rapport qui existait entre la hausse des

fermages et celle du prix courant des principaux produits agricoles. Dans notre pensée ce n'est pas l'accroissement de la *rente* qui peut expliquer l'élévation du prix des denrées, c'est au contraire l'augmentation des prix du blé, de la viande, du beurre, etc., etc., qui vient grossir le produit brut de chaque exploitation et explique en la justifiant la plus-value qui se produit dans les prix de fermage. Si la valeur locative du sol, loin de diminuer comme nous

TABLEAU VIII. — IMMEUBLES URBAINS APPARTENANT A L'HOSPICE DU MANS.

| NUMÉROS D'ORDRE DES MAISONS. | PRIX DE LOCATION AUX DATES SUIVANTES : 1789. | 1814. | HAUSSE P. 100. |
|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | |
| 1 | 75 | 120 | |
| 2 | 250 | 320 | |
| 3 | 160 | 200 | |
| 4 | 110 | 120 | |
| 5 | 210 | 245 | |
| 6 | 150 | 260 | |
| 7 | 120 | 150 | |
| 8 | 120 | 150 | |
| 9 | 120 | 140 | |
| 10 | 450 | 600 | |
| 11 | 60 | 60 | |
| 12 | 100 | 155 | |
| 13 | 50 | 56 | |
| 14 | 120 | 153 | |
| 15 | 300 | 353 | |
| TOTAL | 2395 | 3082 | 28 p. 100 |

l'avons montré, dans le Maine, l'Anjou et la Normandie, s'est au contraire accrue, c'est que le prix des productions qui composent la grosse recette du cultivateur s'est augmenté de 1789 à 1815, malgré la guerre et les énormes dépenses qu'elle a nécessitées, malgré la diminution du chiffre de nos échanges et la situation difficile dans laquelle se trouvaient alors l'industrie et le commerce.

Les comptes des hospices du Mans et d'Angers nous ont fourni des documents précieux sur les variations de prix des denrées de consommation. Dans les archives départementales nous avons puisé des indications aussi certaines, en consultant la série des mercuriales qui se rapportent à la fin du XVIII[e] siècle et au commencement du XIX[e].

A partir de 1789 et jusqu'en 1792, le prix du blé augmente, celui des autres produits : viande, beurre, lait, etc., reste à peu près stationnaire. Pendant les années qui s'écoulèrent de 1792 à 1797, l'évaluation des denrées de consommation est extrêmement difficile. L'augmentation de la valeur nominale ne correspond plus à une hausse réelle à cause de la dépréciation croissante des assignats. Voici par exemple quel était en 1793, au mois de janvier, le

TABLEAU IX. — VALEUR PAR TÊTE ET EXPRIMÉE EN FRANCS DES ANIMAUX DE BOUCHERIE CI-DESSOUS MENTIONNÉS ;

| | 1785. | 1786. | 1787. | 1788. | 1789. | JANVIER 1793. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | VALEUR nominale. | VALEUR réelle. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Bœuf | 201 | 223 | 221 | 287 | 290 | 440 | 250 |
| Veau | 12 | 16 | 16 | 17 | 14 | 21 | 12 |
| Mouton | 9 | 11 | 15 | 14 | 11 | 17 | 9.69 |

prix d'achat des différents animaux, dont la viande servait à la nourriture du personnel de l'hospice du Mans.

Ainsi, au moment de la Terreur, à l'époque où la guerre civile éclatait, dans le Maine, le prix du bétail n'avait pas, on le voit, diminué sensiblement. Il ne faut pas en effet comparer les prix de 1793 avec ceux de 1789, qui avait été une année de disette et de cherté.

Le blé qui atteignait 3 fr. 90 le boisseau ou 19 fr. 50 l'hectolitre en 1789, se vendait 18 francs en 1793.

A Angers, la viande fournie à l'hospice n'avait baissé à la même époque que de 10 centimes par kilogramme (2 livres).

A partir de nivôse, les comptes du receveur de l'hospice du Mans nous ont indiqué la valeur *en numéraire* des différents achats qui figuraient dans ses écritures.

Le blé valait à cette époque 17 fr. 70 l'hectolitre. Les animaux de boucherie atteignaient les prix suivants :

| | Fr. |
|---|---|
| Un bœuf | 280 |
| Un veau | 15 |
| Un mouton | 12 |

Depuis 1793 il s'était donc produit une augmentation dans la valeur du bétail. Le lait se vendait 16 centimes le litre et le beurre 60 centimes la livre.

Il est incontestable que la plupart des produits agricoles n'avaient que fort peu diminué, ou même avaient légèrement augmenté de valeur, depuis la fin du règne de Louis XVI; et cela à un moment où, dans la même région, les immeubles ruraux ou urbains perdaient 90 p. 100 de leur valeur vénale antérieure!

Voici pour le département de la Sarthe tout entier les prix moyens de l'hectolitre de blé de 1786 à 1810. Pour rendre les variations plus sensibles et plus faciles à constater, nous avons distingué trois périodes.

Les mercuriales faisant défaut de 1792 à 1797, nous n'avons pu comprendre ces années dans nos calculs.

*Prix du blé par hectolitre dans la Sarthe*

| | Fr. |
|---|---|
| 1° 1786-1791 | 16.76 |
| 2° 1797-1801 | 17.71 |
| 3° 1801-1810 | 18.29 |

L'augmentation des prix n'est pas très forte, elle n'est guère que de 9 p. 100 en quinze ans, mais elle n'en est pas moins indiscutable et très régulière dans sa marche.

Quant à la valeur des animaux de ferme et au prix de la viande, la hausse avait été *si considérable pendant le Consulat*, que l'administration supérieure s'en était émue. A la date du 21 messidor an XIII, le conseiller d'État Réal, chargé du premier arrondissement de la police de l'Empire, écrivait au colonel Auvray, alors préfet de la Sarthe :

« Il importe, Monsieur, à la police générale de l'Empire, de connaître autant que possible les causes véritables qui, *depuis quelques années*, ont amené une augmentation de prix de la viande de boucherie. » A cette lettre était joint un véritable questionnaire; c'est ainsi que l'on demandait d'indiquer le prix du bœuf et du mouton en 1789.

« Il serait assez difficile, écrivait le colonel Auvray, de répondre littéralement et catégoriquement à cette question, parce qu'on sent que le prix de chaque pièce de bétail dépend de sa qualité, de sa force, de son embonpoint et de sa taille, etc., etc.

« *Mais on peut répondre en assurant que les prix ont augmenté* **d'un tiers** *de ce qu'ils étaient en* 1789, *et que telle paire de bœufs qui valait à cette époque* **400** *francs, s'est vendue* **l'an XII**, **600** *francs*[1]. »

A cette même époque, en l'an XIII, les mercuriales du Mans, de Sillé-le-Guillaume, d'Ecomoy, etc., nous indiquent que la viande de boucherie et le pain atteignaient par kilogramme les prix suivants :

TABLEAU X. — An XIII : *Prix du kilogramme de viande et de pain.*

| | PAIN LE KILO. | BŒUF LE KILO. | VEAU LE KILO. | MOUTON LE KILO. |
|---|---|---|---|---|
| | Centimes. | Centimes. | Centimes. | Centimes. |
| Le Mans.................. | 25 | 90 | 65 | 60 |
| Sillé-le-Guillaume......... | 23 | 85 | 70 | 75 |
| Ecomoy................... | 26 | 80 | 80 | 80 |

A l'heure où nous écrivons ces lignes, l'hospice civil du Mans paie sa viande de toute catégorie à raison de 1 fr. 09 par kilogramme ! L'écart entre les prix de 1805 et ceux d'aujourd'hui n'est pas aussi grand qu'on serait tenté de le croire tout d'abord.

Il serait certainement intéressant de pouvoir étendre nos recherches à la France entière ou à plusieurs régions tout au moins, et de montrer comment et dans quelles proportions s'est accrue la valeur du bétail de 1789 à 1815. Les documents nous manquent malheureusement. Aucun travail sur cette question n'a été, croyons-nous, publié, et ici encore, nous devons le reconnaître, il nous a été impossible jusqu'à présent de combler cette lacune.

Nous possédons en revanche des indications précises et officielles sur les variations du prix du blé. La hausse que nous avions signalée déjà dans la Sarthe apparaît plus accentuée encore quand il s'agit de la France entière.

1. Lettre du préfet en date du 19 thermidor an XII. Voy. *Archives de la Sarthe*. M — 121-1.

*Prix de l'hectolitre du blé*[1] *en France de* 1780 *à* 1815.

| | Fr. |
|---|---|
| Première période (1780-1789) | 15.30 |
| Deuxième période (1796-1801) | 17.27 |
| Troisième période (1801-1811) | 19.90 |
| Quatrième période (1811-1816) | 28.04 |
| Augmentation de 1780-1789 à 1811-1816 | **62 p. 100.** |

A une époque où l'assolement biennal ou triennal était usité dans la plus grande partie de la France, et où, par conséquent, le blé composait la principale récolte, une pareille augmentation dans le prix de cette précieuse céréale équivalait à un accroissement considérable des recettes brutes de la ferme. La hausse du prix du froment n'était pas, du reste, un fait isolé; la valeur de l'orge, du seigle et de l'avoine s'était accrue dans des proportions analogues.

A quelle cause peut-on attribuer cette augmentation si importante et si rapide dans les dernières années du premier Empire? Il nous semble impossible de l'expliquer par le développement de la consommation. Celle-ci est, en effet, intimement liée au développement de la population et aux progrès de la richesse publique.

Or, depuis 1789, il semble que le nombre des habitants ait fort peu augmenté en France. La population *nationale* s'élevait en 1790, d'après le dénombrement fait par ordre de l'Assemblée, à 26 500 000 âmes, en comprenant, pour plus de simplicité, dans ce nombre, la population du comtat d'Avignon, qui ne fut réuni que plus tard. Le dernier dénombrement régulier ayant eu lieu sous l'Empire en 1805, c'est le chiffre de 29 107 425 que nous comparerons avec le précédent. Il résulte en effet du recensement général opéré en 1820 que le nombre des habitants à cette date ne dépassait pas 30 461 000 habitants. La France devait donc compter environ 30 millions d'habitants en 1815. Depuis 1786 il ne s'était guère produit qu'un accroissement de 3 500 000 âmes en vingt-cinq ans, ou 140 000 par année moyenne.

C'était une augmentation très faible, si on la compare avec celle qui s'est produite de 1821 à 1831 et qui fut en moyenne de

1. Nous empruntons ces chiffres au *Bulletin de statistique et de législation comparées*, septembre 1886, p. 303.

210 000 âmes par an. *L'accroissement de la population n'a donc pu agir que d'une façon très peu sensible sur la consommation.* Quant aux progrès de la richesse publique, il est difficile d'indiquer sa marche et de signaler ses progrès d'une façon précise.

M. de Lavergne pense que le produit total de l'industrie française ne s'est guère accru que de 400 millions depuis 1789 jusqu'à 1812.

Il justifie cette assertion en comparant les chiffres indiqués par M. de Tolosan, inspecteur général du commerce sous Louis XVI, aux indications fournies sur le même sujet par M. de Montalivet dans son célèbre exposé de la situation de l'Empire (1812). Il est incontestable que notre commerce extérieur avait considérablement diminué d'importante.

Voici quelques chiffres qui ne laissent aucun doute à cet égard :

COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA FRANCE[1]

*Importations et exportations réunies.*

| | Millions de livres. |
|---|---|
| 1789 | 1.018 |
| 1797 | 564 |
| 1800 | 595 |
| 1810 | 705 |
| 1815 | 621 |

Il s'était donc produit une baisse considérable dans les chiffres de nos transactions avec l'étranger.

Enfin, quand on cherche à se rendre compte du développement de la production agricole, on acquiert la conviction qu'il avait été à peu près nul pendant la période révolutionnaire et très lent pendant le Consulat et l'Empire.

Les moyens de communication n'avaient pas été sensiblement améliorés. De 1790 à 1811, les crédits affectés à l'entretien des routes ont été irréguliers et insuffisants. L'établissement de la taxe d'entretien perçue au moyen de barrières n'avait apporté aucun remède à un état de chose si défectueux, et même si déplorable qu'au sein des assemblées législatives personne n'hésitait à le condamner. Ce ne fut guère qu'à partir de 1806 et surtout en 1811 que nos grandes voies de communication par terre furent pour-

1. Voir *Bulletin de statistique et de législation comparées*, 1883.

vues de ressources suffisantes et régulières, assurant leur entretien et leur amélioration progressive.

*Rien, jusqu'à ce moment, ne peut donc nous expliquer la hausse générale des prix que nous avons signalée.*

Nous pensons qu'elle doit être attribuée, *comme celle que nous avons déjà étudiée sous l'ancien régime*, à une dépréciation des métaux précieux. On se rappelle l'opinion déjà citée de M. Levasseur.

Dans son *Cours d'économie politique*, M. Michel Chevalier n'est pas moins affirmatif :

Nous arrivons, dit-il[1], au milieu du XVIIIe siècle, et à partir de là s'ouvre une phase nouvelle : le blé renchérit, *ou plutôt l'argent recommence à baisser*. Le mouvement se prononce bientôt avec énergie et il continue jusqu'à l'ouverture du XIXe siècle. Quand Lavoisier compose vers 1790 sa *Richesse territoriale* dont l'extrait fut imprimé en 1791 par ordre de l'Assemblée constituante, il y porte le prix moyen du blé, toutes qualités confondues, à 15 francs par hectolitre, ou 68gr,40 d'argent fin. Le prix de 11 fr. 41 d'argent fin lui paraît un prix très bas, résultant d'une suite non interrompue de bonnes récoltes. Après 1790 le blé finit par monter chez nous jusqu'à ce que le cours moyen soit d'environ 20 francs ou 90 grammes d'argent fin.

En Angleterre les moyennes décennales indiquées par Mac-Culloch, d'après les livres du collège d'Eton, pour le marché de Windsor, à partir de 1745, ont une marche ascendante dont la régularité est aussi parfaite que le permet la variation des saisons, dans un cycle qui n'est que de dix années.

Après avoir fait les mêmes remarques, et signalé la hausse du blé en Angleterre comme en France, M. Levasseur s'exprime, lui aussi, en ces termes[2] :

La statistique calculait que les mines de l'Amérique avaient rendu depuis la découverte jusqu'en 1804 27 841 millions, dont 7 milliards environ en or, et près de 21 milliards en argent. En joignant à cette somme 200 millions que l'on suppose avoir existé déjà dans la circulation avant la découverte, on a un total de plus de 28 milliards, *dont* 26 *milliards* 500 *millions* avaient été envoyés en Europe. Le rendement annuel avait toujours été en augmentant jusque vers l'année 1810. *Tout change, à cette époque : l'insurrection des colonies espagnoles, les longs troubles dont elle est suivie paralysent le travail et diminuent le produit des mines.*

Le mouvement de hausse que nous avons déjà signalé, et que les économistes dont nous venons de citer les paroles expliquent

1. Michel Chevalier, *Cours d'économie politique*, t. III, p. 389.
2. Levasseur, *la Question de l'or*. Paris, 1857, p. 36.

par la diminution du pouvoir d'achat des métaux précieux, *était du reste un phénomène général en Europe.*

Dans une brochure publiée récemment, le docteur Broch, ancien ministre en Norvège, relève les prix du seigle, de l'orge et de l'avoine sur les marchés de Copenhague, depuis 1700 jusqu'à 1884.

Voici les chiffres intéressants que nous empruntons à son travail et que nous rapprochons des prix du blé en Angleterre et en France dans les mêmes périodes :

TABLEAU XI.

| PÉRIODES. | PRIX DU BLÉ PAR HECTOLITRE en Angleterre et en France. | | PRIX PAR HECTOLITRE des céréales suivantes à Copenhague. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Angleterre. | France. | Seigle. | Orge. | Avoine. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| 1780-1790.... | 19.85 | 15.30 | 9.86 | 7.64 | 4.95 |
| 1791-1801.... | 27.30 | 18.27 | 11.46 | 7.81 | 5.3 |
| 1801-1811.... | 36.10 | 19.90 | 17.03 | 9.77 | 6.61 |
| 1811-1816.... | 40.51 | 25.04 | ........... | ........... | ........... |

Le même phénomène de hausse s'est produit à Hambourg, Berlin, etc., etc.

Il était donc manifestement très général. Il peut expliquer cette élevation du prix des principaux produits agricoles dont l'importance nous a paru considérable, et nous permet, en effet, de comprendre comment, malgré la dépréciation des propriétés rurales, leur valeur locative n'a pas baissé et s'est même accrue de 20 à 25 p. 100 environ, malgré l'effroyable tempête qui s'était déchaînée sur la France, malgré les levées en masse de la république, malgré la conscription du premier Empire, les désastres de la guerre et la dépression de notre commerce extérieur. Ce n'est pas aux progrès des procédés agricoles, à l'augmentation des récoltes que sont dus l'accroissement du produit brut des exploitations rurales et la hausse des fermages, c'est à l'élévation du prix courant des denrées de vente. Cette observation est très générale : elle contribue, suivant nous, à expliquer la marche des revenus fonciers, *au commencement du* XIX*e* *siècle comme à la fin du* XVIII*e*.

Nous aurons bientôt encore l'occasion de signaler l'influence

qu'exerça la diminution ou l'accroissement brusque du prix des principales productions de l'agriculture sur la valeur locative et vénale du sol cultivé.

Il est intéressant, croyons-nous, de montrer que ces variations ont pu être observées à une autre époque et qu'elles exercèrent une action manifeste sur la marche du revenu des terres.

## CONCLUSION

Nous ne pouvons terminer cette étude sans indiquer au moins en quelques mots les résultats définitifs de nos recherches, et les conclusions qu'elles autorisent.

De 1789 à 1815, il nous paraît certain que les revenus des propriétés rurales se sont accrus. C'est là ce qui ressort très nettement des enquêtes locales ou générales dont nous avons pu disposer.

Cette hausse a été sans doute très différente suivant les régions, et il est incontestable que, dans les départements qui ont eu particulièrement à souffrir de la guerre civile ou de l'invasion, elle a diminué d'importance. On peut néanmoins admettre que les revenus de propriétés rurales dans la France entière ont augmenté d'environ 20 p. 100 depuis la convocation des États généraux jusqu'à la fin du premier Empire.

Deux causes nous paraissent avoir exercé une influence décisive sur les variations de la valeur vénale et locative du sol.

En premier lieu il convient de citer la diminution des charges fiscales, l'abolition de la dîme et la suppression des droits féodaux.

L'élévation du prix de vente des principaux produits agricoles ne fut ni moins importante ni moins heureuse. Elle contribua puissamment à accroître les revenus du sol, et rendit sans doute moins douloureuse pour nos populations des campagnes la longue période de troubles ruineux et de luttes héroïques que la France traversa de 1793 à 1815.

Mais ce n'est pas aux progrès de la consommation, à l'activité des échanges, et en somme au développement de la richesse publique qu'on doit attribuer cette hausse générale des prix.

Un fait tout accidentel, l'augmentation de la productivité des mines du nouveau monde et la dépréciation des métaux précieux l'ont seules provoquée. Depuis 1760 ou 1770 jusqu'à 1815, la diminution du pouvoir d'achat de l'or et de l'argent a fait sentir son in-

fluence, et a eu pour effet d'augmenter le prix des denrées agricoles.

A partir de 1815, au contraire, un phénomène inverse va se produire; les métaux précieux vont augmenter de valeur, ou, ce qui revient au même, les prix vont diminuer!

Nous essayerons prochainement de montrer les conséquences de cette brusque révolution sur la marche des revenus fonciers.

---

# ÉTAT ACTUEL
## DE LA
# QUESTION DES SOURCES D'AZOTE DE LA VÉGÉTATION

### RÉSULTATS OBTENUS ET IDÉES GÉNÉRALES SUR LE SENS DANS LEQUEL ON PEUT DIRIGER DE NOUVELLES RECHERCHES

PAR

Sir J.-B. LAWES et J.-H. GILBERT[1]

TRADUIT DE L'ANGLAIS

Par M. PATUREL
Chimiste de la station agronomique de Grignon

Depuis longtemps on a exécuté à Rothamsted, aussi bien que dans d'autres stations agronomiques, de nombreuses recherches dans le but d'établir la provenance de la matière azotée des végétaux. On a discuté longtemps pour savoir si les plantes assimilent directement l'azote libre de l'atmosphère, mais depuis quelques années, la question est entrée dans une phase toute nouvelle. On ne sait pas très exactement encore aujourd'hui si l'azote de l'atmosphère intervient d'une façon sensible dans les phénomènes de la végétation; mais, tandis que très peu de savants restent fidèles à l'ancienne théorie de l'assimilation directe de l'azote de l'air, un très grand nombre pensent, au contraire, que cet azote intervient d'une façon détournée dans une foule de circonstances, qu'il forme des combinaisons dans le sol sous l'influence de l'électricité ou des ferments et qu'il constitue ainsi une source très importante de matière azotée pour les plantes d'un ordre plus élevé. La plupart des recherches importantes qui ont été faites dans

1. *From the Proceedings of the Royal Society*, 1887.

le sens que nous venons d'indiquer ont été inspirées à leurs auteurs par cette idée, que l'azote atmosphérique doit compenser, dans une certaine mesure, les pertes que subit le sol par les récoltes, et celles, plus sensibles encore, qui résultent de la transformation de sa matière azotée dans différentes circonstances.

Dans nos publications précédentes, nous sommes arrivé à cette conclusion que, si l'on en excepte la faible quantité d'azote combiné que la pluie apporte annuellement au sol, la totalité de la matière azotée des récoltes leur est fournie par ces réserves immenses d'azote qui se trouvent dans le sol et dans le sous-sol, réserves provenant soit des accumulations précédentes, soit des engrais plus récemment distribués.

Tout dernièrement nous avons montré que la quantité d'azote qui se trouve dans le sol, sous forme d'acide nitrique, est beaucoup moins considérable, après le développement d'une récolte, que dans un autre sol placé dans des conditions semblables, et qui était resté sans culture[1]. Pour une culture de graminées, il semblait évident que la majeure partie, sinon la totalité de l'azote avait été pris sous forme d'acide nitrique. Dans les expériences faites avec les légumineuses, les résultats dans ce sens n'étaient plus aussi concluants, et il paraissait certain, que dans un grand nombre de cas, les nitrates ne représentaient plus qu'une source d'azote tout à fait insuffisante.

On peut démontrer également qu'il existe dans le sol et dans le sous-sol, jusqu'à une profondeur de 2m,70, une quantité d'acide nitrique beaucoup plus considérable sur une terre qui a porté des légumineuses que sur une autre où l'on a cultivé des graminées. La conclusion était, par suite, que la nitrification avait été beaucoup plus active sous l'influence des légumineuses que sous celle des graminées. A la même époque, en comparant les quantités d'azote nitrique qui se trouvaient dans deux sols, dont l'un avait porté une récolte de *Trifolium repens* dont les racines restent dans les couches superficielles, et dont l'autre avait fourni une bonne récolte de *Vicia sativa*, dont les racines s'enfoncent plus profondément, on trouva que, entre les profondeurs de 0m,22 et 2m,70, le sol cultivé en vesces contenait beaucoup moins d'acide nitrique que celui qui avait porté le trèfle, et on en conclut que les vesces avaient pris la plus grande partie de leur azote sous forme d'acide nitrique.

1. Voy. *Ann. agron.*, t. X, p. 355.

De nouveaux résultats du même genre ont été fournis par des expériences comparatives exécutées sur le *Trifolium repens*, plante aux racines superficielles et au rendement assez faible, et le *Melotus leucantha* et le *Medicago sativa,* qui fournissent d'abondantes récoltes et enfoncent profondément leurs racines. On constata encore très nettement cet épuisement en acide nitrique du sous-sol, par les légumineuses à rendement élevé, à racines s'enfonçant profondément, qui emportent avec elles de grandes quantités d'azote. Il restait en effet beaucoup moins d'azote sous forme de nitrates dans le sol qui avait porté le *Medicago*, que dans celui où l'on avait cultivé le trèfle, bien que, dans ce dernier cas, la quantité totale de l'azote utilisé eût été moindre. Il n'était pas certain cependant que la totalité de l'azote enlevé au sol par la culture du *Medicago* eût été prise seulement sous forme d'acide nitrique. Il est évident que la nitrification est très active près de la surface, mais comme le sol superficiel s'enrichit légèrement en azote, il est clair que ce sol de la surface n'a pas été la source principale d'où les plantes ont pris leur immense quantité de matière azotée. Cette source doit donc être soit l'atmosphère, soit le sous-sol, et si l'azote n'a pas été pris complètement sous forme de nitrates, on peut se demander quel genre de combinaison azotée a pu servir au développement des plantes. Dans une autre expérience, une récolte de fèves fut maintenue sur le même sol pendant plusieurs années sans interruption; les récoltes finirent par être extrêmement faibles, puisque, dans la dernière qui fut faite, la quantité d'azote enlevée fut inférieure à 33 kilogrammes par hectare. La parcelle sur laquelle on avait expérimenté fut alors laissée en repos pendant plusieurs années; on y sema en 1883 du trèfle et de l'orge, et dans l'espace des trois années 1883, 1884, 1885, on enleva environ 330 kilogrammes d'azote par hectare, principalement dans les récoltes de trèfle. Ce résultat fut donc obtenu là où une autre culture de légumineuses avait à peu près échoué, c'est-à-dire sur une terre dont la surface était considérablement appauvrie en azote, où il n'y avait, jusqu'à une très grande profondeur, qu'une très faible quantité d'azote nitrique tout formé, et qui n'avait à sa surface que très peu de résidus azotés susceptibles de nitrification. De plus, ces récoltes luxuriantes avaient non seulement enlevé une quantité considérable de matière azotée, mais encore le sol de la surface s'était enrichi très sensiblement en azote. On voit donc clairement que, dans cette expérience, la source

principale de l'azote des récoltes ne peut avoir été le sol de la surface : c'est donc soit l'atmosphère, soit le sous-sol, et si l'on admet que ce soit le sous-sol, on se demande si la matière azotée a été prise sous forme d'ammoniaque, ou d'acide nitrique, ou d'azote organique. Les résultats que nous venons de rappeler montrent d'une façon indubitable que l'acide nitrique constitue, pour les légumineuses, une source d'azote très importante. Mais il n'est pas certain, d'après ces expériences, que le *Medicago sativa* et le trèfle n'aient pas, en outre, emprunté une partie des éléments de leur matière azotée à une autre combinaison.

Des recherches directes furent entreprises dans le but de déterminer si notre sous-sol argileux de Rothamsted est capable de fournir des nitrates, quand les conditions dans lesquelles s'effectue ordinairement cette fermentation sont remplies. — On trouva que l'azote qui se trouve dans ce sous-sol, à la dose d'environ 0.4 à 0.5 p. 1000, est parfaitement capable de se nitrifier, le rapport du carbone à l'azote étant de 8 : 1. On vit également que la nitrification était beaucoup plus active pour les sous-sols qui avaient porté des légumineuses, que pour ceux où l'on avait cultivé des graminées. — Il faut bien remarquer, cependant, que les conditions dans lesquelles se trouvent les échantillons au laboratoire sont très différentes de celles qui existent pour le sous-sol *in situ*.

Il est donc bien établi que les sous-sols argileux de Rothamsted, dans lesquels il existe une énorme quantité d'azote en combinaison, sont susceptibles de se nitrifier, pourvu que les organismes nitrificateurs soient présents, et que l'oxygène puisse arriver en quantité suffisante. Mais nous ignorons encore si ces conditions ont été remplies et ont permis l'assimilation des masses considérables d'azote que renferment le *Medicago sativa*, maintenu pendant plusieurs années de suite sur le même sol, ou le trèfle, sur une terre épuisée par les fèves.

On s'est demandé si les racines, à l'aide de l'acide contenu dans leur sève, ne pouvaient pas, soit prendre directement, soit jusqu'à un certain point attaquer, pour se les assimiler ensuite, les matières azotées insolubles qu'elles rencontrent dans le sous-sol. Aussi, pendant l'automne de 1885, on choisit des échantillons de racines profondes et vigoureuses de *Medicago sativa :* on trouva que la sève était très fortement acide. — Le degré d'acidité fut déterminé avec soin, et l'on fit des essais, aussi bien pour débarrasser l'extrait des

composés azotés qu'il renfermait, que pour déterminer s'il attaquerait ou non et s'assimilerait l'azote de nos sous-sols argileux. Jusqu'ici ces essais sont demeurés sans succès.

Pendant l'automne de 1885, lorsque cette question fut agitée pour la première fois, on résolut d'examiner en même temps l'action sur les sols et les sous-sols de plusieurs acides organiques, en donnant aux solutions un degré d'acidité à peu près semblable à celui du jus de la racine de luzerne, ou du moins ayant avec ce degré un rapport commun. Les acides employés furent les acides malique, citrique, tartrique, oxalique, acétique et formique.

On trouva que les solutions concentrées d'acides organiques pouvaient prendre aux sous-sols argileux une certaine quantité d'azote, et que la matière azotée dissoute était plus abondante pour les sols superficiels qui avaient porté de la luzerne. Mais, lorsque des solutions présentant un degré d'acidité à peu près égal à celui de la racine furent mises en contact avec une quantité de terre qui semblait juste suffisante pour donner des résultats appréciables, on trouva que, le plus souvent, l'acide était totalement neutralisé par les bases qui existent dans le sol, et qu'il y avait en dissolution moins d'azote après vingt-quatre heures de contact, ou même davantage, qu'après une heure seulement. On augmenta alors la concentration des liquides, en même temps que l'on diminua le rapport de la terre à l'acide, et l'on vit très nettement entrer en dissolution une plus grande quantité de matière azotée, quantité s'accroissant en outre avec la durée du contact. De plus, en faisant agir une nouvelle solution acide sur la terre déjà attaquée, on put établir la limite de dissolution de la matière azotée.

Là encore, les conditions de l'expérience dans le laboratoire ne sont pas comparables à l'action qu'exercent sur le sol les racines vivantes; les résultats ne peuvent donc fournir de conclusions certaines, sur la question de savoir si l'acidité des racines constitue, pour les plantes qui ont un système radiculaire très développé, un moyen efficace de s'assimiler l'azote organique avec lequel elles sont en contact. Et même, si ce fait était clairement démontré, il resterait à déterminer si les composés azotés rendus solubles sont pris tels quels, par les plantes (comme c'est probablement le cas pour les champignons) ou bien, si ces matières doivent être amenées à un autre état avant de pénétrer dans les végétaux.

Pendant l'automne de 1885, le docteur G. Loges publia les ré-

sultats d'expériences dans lesquelles il faisait agir sur les sols de l'acide chlorhydrique assez concentré, et il déterminait ensuite les quantités d'azote qui entraient en dissolution (*Versuchs-Stationen*, t. XXXII, p. 201). L'un des échantillons contenait 0.804 et l'autre 0.367 p. 100 d'azote combiné tandis que le sol superficiel de notre parcelle de Rothamsted qui avait porté la luzerne ne contenait que 0.122 environ, et qu'il n'y avait pas plus de 0.04 p. 100 d'azote dans le sous-sol que l'on peut considérer cependant comme ayant fourni la plus forte quantité de matière azotée. Loges trouva en dissolution dans le premier cas 40 p. 100 d'azote, et dans le second 26.6 p. 100. Il affirme en outre que dans toutes ses expériences, exécutées avec un grand nombre de terres différentes, il trouva toujours que l'extrait chlorhydrique donnait le précipité phosphotungstique, d'où il conclut que la matière en dissolution doit être un amide.

Tout dernièrement, MM. Berthelot et André (*C. R.*, t. CIII, 1886, p. 1101) ont publié des résultats d'expériences faites en vue de déterminer la nature des composés azotés insolubles qui existent dans le sol, et les changements qu'ils subissent, lorsqu'on fait agir sur eux l'acide chlorhydrique à différentes concentrations, pendant des temps plus ou moins longs et à diverses températures. Ils ont trouvé que l'azote se trouvait en dissolution partiellement à l'état d'ammoniaque, mais en bien plus grande quantité sous forme de composés amidés solubles; la proportion de matière azotée dissoute augmente également d'après eux avec la concentration de l'acide, la durée du contact et la température. Ils appellent aussi l'attention sur ce fait que, si l'on filtre l'extrait acide et qu'on le neutralise exactement par la potasse, une portion de l'amide reste encore en dissolution, tandis que l'autre se précipite; les principes amidés rendus solubles constituent donc deux groupes distincts. Une telle précipitation est bien d'accord avec les résultats que nous avons obtenus dans nos expériences, puisque nous avons établi qu'il restait moins d'azote en dissolution après vingt-quatre heures de contact, qu'après une heure seulement, lorsque l'acide finissait par être à la longue totalement neutralisé.

Ainsi, dans les expériences de Loges, comme dans celles de MM. Berthelot et André, l'acide fut employé à un degré de concentration bien supérieur à celui des recherches faites à Rothamsted et, en tous cas, bien supérieur aussi à l'acidité vraisemblable

des racines. De plus, les sols sur lesquels ces expériences furent exécutées étaient à peu près quatre fois plus riches en azote que les sous-sols de Rothamsted, et cependant, avec les acides les plus concentrés et à une température de 100°, on ne put dissoudre que le quart environ de la matière azotée totale.

Les résultats de Loges, et ceux de Berthelot et André sont cependant du plus haut intérêt, parce qu'ils confirment cette idée que les composés azotés insolubles qui se trouvent dans le sol sont des corps amidés, et qu'ils montrent nettement les changements que ces principes peuvent subir quand on les soumet à l'action des acides. Si l'on suppose que la sève acide des racines agisse de la même façon que l'acide chlorhydrique sur les matières azotées du sol, et surtout du sous-sol, comme nous l'avons démontré, la question subsiste néanmoins, à savoir si l'amide rendu soluble est pris à cet état, ou s'il subit un changement ultérieur avant de servir d'aliment à la plante. On voit que l'ammoniaque est le principal résultat de la réaction; or, d'après nos dernières expériences, l'acide nitrique paraît être un aliment constituant plus efficace que l'ammoniaque; aussi se demande-t-on avec raison si cette ammoniaque, qui est mise en liberté, ne se transforme pas en nitrates avant d'être assimilée. De plus, l'azote amidé soluble se transforme peut-être également, d'abord en ammoniaque, et ensuite en acide nitrique. Sous ce rapport, nous nous heurtons encore à cette difficulté de savoir si, pour que ces changements puissent s'effectuer, l'aération dans le sous-sol est bien suffisante.

Si l'on admet que les corps amidés, une fois qu'ils sont devenus solubles, peuvent être pris à cet état même par les végétaux, il est intéressant de rechercher si ces matières pures prises isolément peuvent être de même assimilées. Les conditions d'expériences et les résultats obtenus par les savants qui se sont occupés de cette question ont déjà été relatés. Les matières soumises aux essais sont l'urée, l'acide urique, l'acide hypurique, le phosphate d'ammoniaque, le glycocol, la créatine et la tyrosine. Dans quelques cas, les expériences ont été faites avec de la terre, mais le plus souvent on s'est servi de la méthode de culture dans l'eau.

Le plus grand nombre des résultats obtenus ont montré d'une façon évidente que la matière azotée complexe pouvait fournir soit directement, soit indirectement son azote au végétal considéré. Pour les expériences faites avec la terre comme milieu, on n'a pas

constaté d'une façon certaine que la plante prenait la matière organique sans qu'elle eût subi aucun changement : il est très propable qu'il se produisait au contraire une altération de la matière azotée. Dans les expériences faites avec l'eau comme moyen de culture, principalement lorsqu'on se servit de l'urée, on constata aisément la présence de cette matière dans la plante et l'on en conclut qu'elle contribuait directement à son alimentation azotée. Hampe arriva au même résulat avec le glycocol.

Il semble donc probable que les plantes à chlorophylle peuvent saisir les matières azotées solubles, lorsque ces matières se présentent à elles dans des conditions analogues à celles des expériences faites avec l'eau comme moyen de culture; le végétal ferait alors subir une transformation au principe azoté, et s'assimilerait ensuite son azote. Si cette hypothèse est exacte, il paraît vraisemblable que les plantes peuvent prendre directement et utiliser à leur profit les corps amidés rendus solubles dans le sol par l'action des racines à sève acide.

Dans l'examen des circonstances qui font que l'azote organique insoluble du sol et du sous-sol peut servir au développement des plantes à chlorophylle, il est bon de mentionner quelques résultats donnés par Frank. Il observa que les grosses racines de certains arbres se recouvraient d'un champignon dont les filaments pénétraient à travers les cellules épidermiques jusque dans la racine elle-même; et que, dans ces circonstances, la racine ne faisait pas de chevelu; les corps amidés furent trouvés par lui à l'extérieur de la gaine formée par ce champignon qui se prolonge en filaments au travers des interstices du sol. Pour les cupulifères, l'évidence semblait être complète, mais le phénomène paraît avoir été limité à cette famille, et ce n'est que très rarement qu'on a pu le constater pour le saule et quelques conifères. Le développement de ce champignon était maximum dans les couches les plus riches du sol. Frank en concluait que les arbres à chlorophylle prenaient leur aliment au sol par l'intermédiaire de ce champignon.

Il existe donc là encore, pour certaines plantes, un système d'accumulation qui les relie très intimement aux champignons eux-mêmes; et c'est par une action du sol qui caractérise les plantes sans chlorophylle que les plantes à chlorophylle prennent au sol leur alimentation azotée. Mais comme cette action se manifeste dans les parties du sol de la surface les plus riches en humus,

et comme, d'autre part, il est bien établi que le phénomène ne se produit pour les racines d'aucune plante herbacée, les résultats que nous venons d'indiquer ne jettent aucune lumière sur la question de l'assimilation de l'azote par les racines profondes des légumineuses qui se développent dans le sous-sol. Cependant, les phénomènes mis en lumière dans ces expériences, et que l'on attribue souvent aux organismes inférieurs et à d'autres actions, ne sont pas à notre sens dénués d'intérêt.

Il y a quelques années, Berthelot a rappelé les conclusions d'anciennes expériences qui avaient été faites par Boussingault, nous-mêmes et d'autres encore, et qui avaient eu pour but de rechercher si les plantes étaient susceptibles d'assimiler l'azote libre de l'atmosphère ; on se souvient que, dans ces recherches, les plantes s'étaient développées dans des milieux confinés, de telle sorte qu'il était impossible d'admettre l'influence de l'électricité, soit sur la plante, soit sur le sol. Les résultats fournis par les divers expérimentateurs sont cependant si divergents, sans que ces écarts puissent s'expliquer par les différences dans les méthodes, qu'il est impossible d'accepter leurs conclusions dans leur ensemble, et qu'il semble nécessaire, pour se prononcer, d'attendre de nouveaux résultats.

Dans toutes les expériences de Berthelot, les gains d'azote ont été extrêmement minimes, et sont attribués, dans certains cas, à l'électricité atmosphérique, et dans d'autres à l'action des ferments qui se trouvent dans le sol.

Frank, agissant avec un sol très riche en matière azotée, constata une déperdition d'azote combiné ; au contraire, dans des expériences faites avec des végétaux et un sol moins riche, il trouva un gain sensible. Il en conclut qu'il se passe dans le sol deux phénomènes opposés : l'un dans lequel l'azote est mis en liberté, et l'autre qui fait entrer cet azote en combinaison, ce dernier étant favorisé par la présence de la végétation. Il admet qu'il n'y a pas d'explication bien nette à donner à ces faits ; il croit néanmoins à l'intervention des organismes inférieurs.

Hellriegel a montré que des lupins ne croissaient pas bien dans un sol en expérience, avant que l'on n'eût ajouté à ce sol l'extrait aqueux d'une terre sur laquelle cette plante se développait abondamment. Cette addition avait, d'après lui, pour résultat le développement sur les racines des nodosités bien connues, et un gain très

sensible d'azote. Cet enrichissement était dû à l'action de ces nodosités qui font entrer en combinaison à l'intérieur du sol l'azote de l'atmosphère, et l'amènent à un état tel qu'une culture de lupins puisse se l'assimiler. Les résultats de Tschirch et ceux de Brunchorst ont fourni cependant des conclusions tout à fait opposées. — D'après leurs expériences, les nodosités n'auraient aucune communication extérieure avec le sol, et elles seraient alimentées par la plante elle-même. A ce point de vue, il est intéressant de remarquer que, d'après les récentes expériences de M. Marshall Ward, après la mort des nodosités, les spores se répandent dans le sol, et que, si l'on admet ce point, il n'est pas impossible que ces spores puissent jouer un rôle quelconque dans les phénomènes intérieurs de la végétation.

Quelle que soit l'explication exacte des faits que nous avons cités, il est évident jusqu'à un certain point que les recherches les plus récentes sur le mécanisme de l'assimilation de la matière azotée chez les végétaux conduisent à l'idée de l'intervention des organismes inférieurs. Il faut cependant admettre, si l'on passe en revue tous les résultats contradictoires que nous possédons, qu'aucun d'eux ne démontre l'existence de cette compensation que l'on supposait se produire dans une si large mesure, et que l'azote de l'atmosphère n'entre que bien faiblement en combinaison sous l'influence des organismes inférieurs. Il semble donc utile d'envisager la question à plusieurs autres points de vue. Nous sommes donc aujourd'hui conduits à admettre que les études les plus soignées de l'histoire de l'agriculture, aussi bien ancienne que moderne, sont impuissantes à démontrer l'existence de cette compensation que l'on a pendant si longtemps cherché à établir. Nous ne pouvons que répéter ce que nous avons déjà dit : « L'histoire de l'agriculture à travers les âges, aussi loin que remontent nos connaissances, a montré clairement qu'un sol fertile est celui qui a accumulé dans son sein, pendant de longues années, les résidus des végétations précédentes, et que ce sol devient improductif lorsque ces résidus sont épuisés. »

En résumé, nous appelons l'attention sur ce fait que le sol et le sous-sol de Rothamsted renferment, jusqu'à la plus grande profondeur que peuvent atteindre les racines, une quantité d'azote combiné qui atteint environ 2,200 tonnes par hectare. Il est vrai qu'un grand nombre de sols sont beaucoup moins riches, mais on peut trou-

ver aussi beaucoup de terrains dans lesquels cette quantité est dépassée. On peut donc encore faire de nombreuses recherches pour établir si, oui ou non, et de quelle façon, cette immense quantité d'azote combiné peut devenir profitable pour la végétation. Nous indiquons là seulement le sens dans lequel doivent être dirigées les nouvelles investigations, et si l'on parvient à démontrer que les organismes inférieurs peuvent faire entrer en combinaison l'azote de l'atmosphère, il en découlera une idée nouvelle qui sera bien en accord avec les faits déjà établis, à savoir que ce sont les petits qui servent aux grands, en amenant à un état profitable pour ceux-là les immenses quantités d'azote combiné qui se trouvent à un état à peu près inerte, dans les sols et les sous-sols.

---

## BIBLIOGRAPHIE

**Les Engrais.** Tome I$^{er}$ : ***Alimentation des plantes, Fumiers, Engrais des villes, Engrais végétaux***, par MM. A. MUNTZ et A.-CH. GIRARD — M. Muntz, dont les *Annales* ont, à bien des reprises différentes, signalé les importants travaux, a entrepris la publication d'une bibliothèque de l'enseignement agricole. Trois volumes ont paru jusqu'à présent; l'un, *Sur les prairies*, de M. A. Boitel, qui a donné dans ce recueil plusieurs mémoires sur ce sujet, un second, *Sur les plantes vénéneuses*, par M. Cornevin, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, enfin le troisième est celui dont nous avons inscrit le titre en tête de cet article.

L'ouvrage est divisé en plusieurs parties : la première, consacrée aux principes généraux de l'alimentation des plantes, comprend, dans le chapitre premier, la nutrition des plantes. Les auteurs y exposent très brièvement l'origine des matières organiques, puis des matières minérales des végétaux; il passe ensuite au mécanisme d'absorption des racines; le troisième chapitre est consacré à l'étude du sol, et le quatrième aux exigences des principales cultures en éléments fertilisants.

Cette première partie n'est en quelque sorte qu'une introduction destinée à fournir au lecteur les notions indispensables pour qu'il puisse saisir aisément l'intérêt des détails qui seront donnés dans la suite de l'ouvrage.

L'étude du fumier de ferme forme la seconde partie; les auteurs ont réuni toutes les données qu'on possède actuellement sur la composition des fumiers; ils y ont joint l'exposé des travaux qu'ils ont exécutés sur les déperditions des matières fertilisantes dans le fumier, qui ont été résumées ici même. Nous aurons occasion de montrer très prochainement que quelques-uns des conseils formulés par les auteurs, sur le traitement du purin par les acides, seraient absolument préjudiciables à la fabrication du fumier.

Dans la troisième partie, les auteurs s'occupent des engrais produits dans les villes et discutent les méthodes qui permettent de les utiliser.

L'étude des engrais végétaux, comprenant d'une part les engrais verts, de l'autre les résidus de diverses industries, forme la quatrième et dernière partie de cet ouvrage, dans lequel on pourra trouver tous les renseignements, tous les chiffres utiles, d'autant plus facilement qu'il est accompagné d'une table très détaillée. *Les Engrais* ont leur place marquée dans toutes les bibliothèques agricoles.

**Agenda des viticulteurs.** — La librairie de la Maison rustique, rue Jacob, à Paris, a mis en vente récemment un petit ouvrage fort commode, qui renferme toutes les notions qu'il est nécessaire d'avoir dans l'esprit ou dans la poche pour résoudre une foule de questions usuelles. Ces notions sont réparties méthodiquement sous les titres : *Connaissances générales d'agriculture. Viticulture. Hygiène humaine. Renseignements postaux et télégraphiques.*

Dans la première partie se trouvent tout ce qui concerne les poids, les mesures et les monnaies usuelles ; non seulement on trouve dans l'*Agenda* les rapports existant entre les mesures anciennes et nouvelles, entre les mesures étrangères et les nôtres, mais encore les méthodes à employer pour résoudre les questions simples qui peuvent se rencontrer dans la pratique usuelle.

C'est surtout dans la partie relative à l'agriculture qu'on peut constater la justesse d'esprit de M. Raynaud, ancien élève de l'école de Grignon, principal rédacteur de l'*Agenda*, sur chaque question, il apporte une notion claire et précise, et je suis persuadé qu'un cultivateur qui aura acheté l'*Agenda* parce qu'il est commode et coquet, trouvera profit à méditer les petites phrases claires et incisives qu'il y lira.

La partie viticole est également traitée avec beaucoup de soins : on indique la nomenclature si complexe des cépages français et américains, on décrit les maladies de la vigne, les remèdes proposés, etc., puis on passe à la vinification, on indique les quantités de sucre à employer pour obtenir un vin renfermant une quantité d'alcool déterminée, etc.

Nous serions bien étonnés si l'*Agenda des viticulteurs* n'était pas recherché et ne se répandait pas rapidement.

---

## REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

### Physiologie végétale.

**Observations sur l'assimilation et sur la respiration des plantes**, par M. U. Kreusler[1].

I. Influence de l'état de développement et de la température.

On se rappelle que M. Kreusler détermine à l'aide de la balance l'acide carbonique pris ou émis par la plante, et qu'il en déduit l'énergie de l'assimilation

1. *Beobachtungen üb. d. Kohlensäure-Aufnahme und Ausgabe (Assimilation u. Athmung) der Pflanzen. Landwirthsceh Jahrb* XVI, 711.

Nous avons analysé antérieurement la première partie de ce travail, comprenant

et de la respiration dans les diverses conditions où séjourne la plante. Nous connaissons déjà l'influence du taux de l'acide carbonique de l'air et l'importance, absolument dominante au point de vue pratique, d'un bon équilibre entre l'arrivée et la perte de l'eau par évaporation[1].

Les recherches dont nous allons rendre compte portent sur quelques questions qui ont déjà été traitées avec plus ou moins de succès, mais qui exigeaient un supplément d'investigations. Quoiqu'on sache, par exemple, que la plante, maintenue indéfiniment dans les mêmes conditions, est loin de fabriquer toujours la même quantité de matière sèche et que de vieilles feuilles n'assimilent plus aussi énergiquement que les jeunes, il faut avouer que les données exactes ne sont pas encore très nombreuses et que nous ne possédons pas un seul travail suivi sur cette matière. Il existe quelques travaux sur l'influence de la température, sur la respiraion et sur l'assimilation, mais parfois les auteurs ne sont pas d'accord[2].

M. Kreusler s'est servi, comme précédemment, de rameaux coupés avec un couteau mouillé, et trempés immédiatement dans l'eau distillée. La section a été maintenue dans l'eau pendant toute la durée de l'expérience sans être jamais exposée au contact de l'air. Ce rameau enfermé dans le récipient est éclairé par un arc voltaïque placé à $0^{m}.45$ de distance, ou bien il reste à l'obscurité selon la question que l'on se propose d'étudier. La quantité d'acide carbonique ajouté à l'air était de $0^{gr}.403$ pour 5 litres, soit 0.3 pour 100 volumes, dose que l'auteur a choisie parce qu'elle est voisine de l'optimum, qu'elle ne s'écarte pas trop des conditions normales et qu'elle ne sature enfin pas trop vite les appareils absorbants.

Grâce à un courant d'eau froide circulant dans l'épaisseur de la paroi postérieure du récipient, la température a pu se maintenir constante à un dixième de degré près.

*Expériences sur des rameaux de la même plante à divers états de développement.* Températures : 15 et 25°.

On a choisi pour ces expériences le seringat (*Philadelphus grandiflorus*) dont on a pris les rameaux à trois états différents, avant, pendant et après la floraison, et tous cueillis sur le même pied.

La respiration n'a pas été étudiée pour elle-même, mais pour ses relations avec l'assimilation. En effet, si on se bornait à relever le chiffre de l'acide carbonique disparu pour exprimer l'énergie de l'assimilation, on aurait une quan-

les méthodes employées et l'exposé d'un certain nombre de conclusions. Voy. *Ann. agron.*, t. XII, p. 482.

1. Nous avons montré quelle est sous ce rapport l'importance de la réserve transpiratoire et des organes qui la contiennent. (Voy. *Ann. Agron.*, t. XII, p. 449 et 497.)

2. Quant à l'influence de la température sur la respiration, nous ne croyons pas qu'il se soit produit de grandes divergences d'opinion. Le phénomène est tellement frappant qu'il ne saurait échapper à l'observateur le moins attentif. Mais il en est autrement de l'assimilation. Nous ne connaissons à ce sujet qu'un seul travail attaquant directement le problème, et d'après lequel l'assimilation serait indépendante de la température ou plutôt dépendante de telle façon que l'exagération de l'assimilation est très sensiblement contrebalancée par celle de la respiration.

tité trop faible. La plante ne se borne pas à décomposer l'acide carbonique qu'elle emprunte à l'air, elle décompose également celui qui provient de la respiration et qu'elle aurait exhalé à l'obscurité. Ceci explique pourquoi l'auteur rapporte tous ses chiffres à l'unité de surface de feuille. S'il avait eu en vue un travail spécial sur la respiration, il aurait été préférable de donner les chiffres d'acide carbonique émis par l'unité du poids; il n'en est plus de même pour l'assimilation, puisque les rayons solaires utiles ne pénètrent qu'à une très faible profondeur dans les tissus des feuilles[1]. Il est logique, dans ce dernier cas, de tout rapporter à la surface.

Le tableau suivant résume les chiffres obtenus; nous ne citerons que les moyennes de un à quatre chiffres :

ACIDE CARBONIQUE DÉGAGÉ (A L'OBSCURITÉ) OU ABSORBÉ A LA LUMIÈRE PAR UN DÉCIMÈTRE CARRÉ DE FEUILLE.

A avant la floraison; B pendant la floraison; C pendant la formation du fruit; D par un rameau stérile garni de vieilles feuilles.

| | | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Mgr. | Mgr. | Mgr. | Mgr. |
| Obscurité | à 25° | 0.52 | 1.33 | 1.36 | 0.97 |
| | à 15° | 0.26 | 0.59 | 0.64 | 0.57 |
| $CO^2$ pris dans l'air | à 25° | 14.65 | 11.36 | 8.91 | 5.88 |
| | à 15° | 11.68 | 7.56 | 9.09 | 10.61 |
| $CO^2$ total décomposé | à 25° | 15.17 | 12.70 | 10.27 | 6.85 |
| | à 15° | 11.94 | 8.15 | 9.73 | 11.17 |

Le lecteur tirera lui-même de ce tableau les données sur la respiration. Quant à l'assimilation, nous remarquons :

1° Qu'à 25° le travail d'assimilation diminue rapidement avec l'âge de la feuille;

2° Qu'à 15°, il apparaît brusquement un minimum au moment de la floraison et que l'assimilation augmente ensuite progressivement pour atteindre, dans les vieilles feuilles, une énergie à peine inférieure à celle des jeunes.

La comparaison des quatre dernières colonnes montre que si les changements de la respiration concourent aux variations observées, ils ne sont cependant pas de nature à en modifier le sens. Il résulte en outre de ces données que, dans les premiers stades de développement, la température la plus élevée cor-

1. Voyez à ce sujet les travaux de M. Sachs dans son *Traité de physiologie* par exemple, quelques paragraphes des travaux de M. Engelmann sur l'assimilation, et un *Mémoire* de M. Ausuké Nagamatz, qui sera inséré très prochainement aux Annales.

respond à l'optimum, tandis que plus tard, l'optimum de température ost placé beaucoup plus bas.

Eh bien, l'auteur croit pouvoir expliquer ce phénomène étonnant, par la plus ou moins grande quantité d'eau contenue dans les organes ou plutôt par les relations entre l'eau perdue par transpiration et celle qui est amenée aux organes assimilateurs. Il a montré antérieurement que des changements minimes dans la quantité d'eau contenue dans les cellules agissent puissamment sur l'assimilation. Une perte d'eau qui est encore bien loin de causer la fanaison des feuilles, déprime considérablement l'assimilation et inversement, un rameau qui a cessé d'assimiler par suite d'une perte d'eau, reprend toutes ses facultés lorsqu'on le met à même de réparer ses pertes.

Le taux de l'eau contenue dans les feuilles diminue ordinairement avec l'âge; les vieilles feuilles sont donc en général moins favorisées sous le rapport de l'énergie assimilatrice[1].

A 25°, les vieilles pousses, moins gorgées d'eau que les jeunes, ne peuvent pas réparer les pertes aussi rapidement que les jeunes, de sorte qu'elles assimilent moins. A 15° les différences sont beaucoup moins marquées et la chaleur cesse d'être le facteur dominant. Le déplacement si surprenant de l'optimum de température plaide évidemment en faveur de cette hypothèse. Les rameaux étant bien pourvus d'eau pendant les deux premières périodes, l'élévation de la température favorise l'assimilation, tandis que plus tard cette accélération est paralysée par l'augmentation de la transpiration accompagnée d'un afflux d'eau qui n'augmentent pas dans la même proportion; c'est ainsi que les rameaux à la troisième période n'assimilent pas mieux à 25° qu'à 15° et que plus tard la température la plus élevée est même la moins favorable.

Il était intéressant, d'après tout ceci, de déterminer par l'expérience les quantités d'eau absorbée par la section de la tige.

Les chiffres suivants expriment, en moyenne, de une à cinq observations, pour la ligne du haut la quantité d'eau en milligrammes, absorbée pendant une heure par les mêmes rameaux de seringat qui ont servi aux expériences précédentes, pour la ligne inférieure l'absorption à 25°, celle à 15° étant égale à 100.

| | A | | B | | C | | D | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25° | 15° | 25° | 15° | 25° | 15° | 25° | 15° |
| Moyennes........... | 39 | 19 | 76 | 34 | 40 | 25 | 24 | 26 |
| Rapports... ...... | 205 | : 100 | 224 | : 100 | 160 | : 100 | 92 | : 100 |

1. Il nous paraît indiqué ici de faire intervenir non seulement le rapport entre les pertes d'eau et l'afflux de ce liquide, comme le fait l'auteur, mais encore et surtout les propriétés osmotiques des cellules dont il ne dit mot.

Ces nombres correspondent fort bien avec les idées émises plus haut. Sans insister davantage sur chacun d'eux, bornons-nous à faire remarquer que le rameau âgé de la période D n'absorbe pas plus d'eau à 25° qu'à 15° et cependant la transpiration a dû être plus forte à la première température qu'à la seconde[1].

II. Recherches spéciales sur l'influence de la température sur l'acide carbonique absorbé et émis.

L'auteur a choisi pour ces expériences, la ronce (*Rubus fruticosus*) qui se recommande par une très grande résistance.

Conclusions :

1. Le dégagement d'acide carbonique (c'est-à-dire la respiration) peut être constaté entre des limites de température très écartées. Ainsi, par exemple, des feuilles de ronce émettent des quantités très appréciables d'acide carbonique à une température qui dépasse à peine zéro degré, peut-être même au-dessous de zéro; elles continuent à en dégager aux températures de 45-50°, voisines des températures extrêmes que les plantes puissent supporter.

2. L'intensité de la respiration est régie en première ligne par la température. En dedans des limites ci-dessus indiquées, la respiration la plus active correspond à la température la plus élevée.

3. La courbe de la respiration qu'on obtient en prenant pour abscisses les températures, pour ordonnées les quantités d'acide carbonique, est fortement convexe vers l'axe des $x$ et s'élève rapidement.

4. L'optimum de température pour la respiration est proche de la mort de la plante. Mais de ce qu'un rameau de ronce a pu donner le maximum de respiration pendant cinq à six heures consécutives à la température de 46°4, il ne faudrait pas conclure qu'un séjour plus prolongé dans de telles conditions ne finisse pas par causer une dépression de cette fonction. Le contraire est plutôt probable.

5. Quant à l'influence du stade de développement de la plante, il est à remarquer que le maximum de respiration d'un rameau de *Philadelphus* coïncide avec la floraison et la formation du fruit, les deux moments critiques où la métamorphose des principes immédiats est la plus active.

6. Si l'on compare à l'action de la température et du stade de développement celle des autres facteurs, on reconnaît que la respiration est très peu influencée, beaucoup moins, par exemple, par l'assimilation.

La quantité plus ou moins grande d'eau offerte à la plante, la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air ambiant, la durée plus ou moins longue de l'expérience, sont restées sans effet appréciable. Il est vrai que les expériences n'avaient pas été entreprises dans ce but et que les conditions extrêmes ont été évitées autant que possible.

7. La chaleur exerce sur l'assimilation une influence essentielle, mais non

1. Il aurait été utile de le démontrer par des pesées. Nous ne partageons pas la confiance de l'auteur dans l'exactitude de son hypothèse. Dans une enceinte close et saturée la transpiration dépend surtout de la chaleur rayonnante et de la lumière, non de la température. En outre si la transpiration agit sur l'absorption de l'eau, réciproquement celle-ci influence la transpiration. Il y a là des relations compliquées dont l'effet ne peut pas toujours être prévu.

pas telle que ce facteur domine en quelque sorte les autres (comme pour la respiration). Au contraire, l'influence de certains autres facteurs variant, même très légèrement, peut fort bien masquer celle de grandes différences de température.

8. La décomposition de l'acide carbonique à la lumière est possible, comme la respiration entre des limites de température très éloignées. Le minimum de température paraît, en certains cas, placé plus bas pour l'assimilation que pour la respiration, chez la même plante. Les expériences sur la ronce ont démontré que l'assimilation est très possible à une température dépassant à peine le point de congélation de l'eau. D'un autre côté, la température de 50° qui, prolongée outre mesure, aurait incontestablement compromis la vie de la plante, est loin d'arrêter l'assimilation. Seul l'effet utile, l'accoissement du poids sec, est notamment diminué par l'exagération excessive de la respiration.

9. La courbe qui exprime l'assimilation par rapport à la température est totalement différente de celle de la respiration. Partant des basses températures, elle s'élève d'abord rapidement, arrive à un optimum, pour s'abaisser doucement d'abord, puis plus vite,

Il serait difficile de mieux préciser la marche de cette courbe, et d'indiquer surtout plus nettement la position de l'optimum, parce qne, dans la même espèce, les relations entre l'assimilation et la température dépendent au plus haut degré de l'état de développement des feuilles et surtout de la quantité d'eau qu'elles contiennent.

11. Les changements d'intensité causés par la température sont beaucoup plus faibles quand il s'agit d'assimilation que lorsqu'on étudie la respiration. Si l'on pose la grandeur de la respiration et de l'assimilation observée à la plus basse température égale à l'unité, on aura pour les feuilles de ronce les progressions suivantes :

| | Intensité | |
|---|---|---|
| Température. | de la respiration. | de l'assimilation. |
| 2.3 | 1 | 1 |
| 7.5 | 1.8 | 1.6 |
| 11.3 | 3.0 | 2.4 |
| 15.8 | 4.6 | 2.8 |
| 20.6 | 4.8 | 2.6 |
| 25.0 | 7.8 | 2.9 |
| 29.8 | 8.8 | 2.4 |
| 33.0 | 12.1 | 2.4 |
| 37.3 | 14.4 | 2.3 |
| 41.7 | 19.1 | 2.0 |
| 46.6 | 26.4 | 1.3 |

12. Des rameaux pris à divers états de développement, mais garnis de feuilles suffisamment formées, assimilent avec des énergies différentes, même si l'on élimine par le calcul les changements de la respiration.

13. Il a été impossible de préciser l'influence de l'âge des feuilles d'une plante, parce que les changements d'autres facteurs interviennent et se pro-

noncent tantôt en faveur des jeunes organes tantôt en faveur des plus âgés.

14. Quand on opère à des températures considérées généralement comme favorables, 25° par exemple, on remarque, à conditions d'ailleurs égales, que l'énergie assimilatrice diminue avec l'âge des feuilles ; à 15° ces relations ne sont pas constantes. Il a bien été possible de noter un abaissement avec l'âge, mais, du moins chez le seringat, l'assimilation augmente de nouveau avec l'âge. Quant aux températures très élevées il est probable que l'avantage reste aux vieilles feuilles.

15. Des organes d'âge différent ne sont par conséquent pas influencés de la même manière par des différences de température déterminées; souvent même l'effet ne se produit pas dans le même sens, de telle sorte qu'une température, haute ou basse, produit l'effet maximum sur une feuille ou sur l'autre selon qu'elle est plus ou moins âgée; en d'autres termes, si de deux températures la moins élevée a donné le maximum d'assimilation dans une feuille, il se peut qu'elle produise le minimum dans une autre.

16. La cause essentielle de ces anomalies apparentes réside dans la quantité d'eau contenue dans le feuille[1].

17. Il semble que les vieilles feuilles moins riches en eau que les jeunes, reçoivent en outre l'eau plus difficilement que celles-ci, et que cette différence dans l'absorption soit plus grande que celle que présente la transpiration. Les organes d'un certain âge, quoique peu enclins à se faner, grâce à leur structure plus ferme, seraient ainsi exposés à de plus fréquentes ruptures d'équilibre entre la perte et l'arrivée de l'eau.

18. Les autres conditions étant favorables, une température de 25° ne semble pas troubler facilement cet équilibre entre perte et gain d'eau chez de jeunes feuilles : elle peut alors exercer son effet favorable à l'assimilation. Il n'en est pas de même pour les feuilles âgées chez lesquelles cet effet utile est bientôt détruit par la perte d'eau.

19. Si on compare entre elles les quantités d'acide carbonique décomposé par des rameaux de *Philadelphus* d'âge différent, on est loin d'obtenir les mêmes chiffres, mais si l'on compare les quantités d'acide carbonique disparu à celle de l'eau absorbée en même temps par les rameaux correspondants, on voit que ces quantités varient toujours dans le même sens.

20. Il sera impossible d'étudier l'optimum de température pour l'assimilation chez les espèces différentes, ou le pouvoir assimilateur spécifique de chaque plante, si on ne tient pas le compte le plus exact de la quantité d'eau contenue dans les tissus et des relations entre la perte et le gain de l'eau.

21. C'est moins la quantité d'eau qui traverse le corps de la plante, que le bon équilibre entre la transpiration et l'afflux, qui rend la plante apte à donner le maximum de produit.

Nous ne laisserons pas passer cette occasion sans exprimer ici notre opinion personnelle sur le soin avec lequel le bon équilibre entre la perte et le gain d'eau de la part des cellules assimilatrices est assuré dans la plante placée

1. On peut bien faire un pas de plus en disant : dans les *tissus assimilateurs* de la feuille, afin de mieux faire ressortir l'importance de la réserve transpiratoire.

dans les conditions normales, c'est-à-dire celles auxquelles elle est adaptée.

Il est d'abord bien clair que les cellules assimilatrices sont seules intéressés dans les relations entre l'assimilation et la quantité d'eau. Comment une très faible perte d'eau peut-elle supprimer l'assimilation? Nous ne possédons aucune expérience directe qui nous permette de le dire, mais il ne nous semble pas impossible de prévoir jusqu'à un certain point de quelle nature est le lien qui unit deux fonctions si dissemblables. M. Kreusler appuie à différentes reprises sur ce fait que c'est moins la quantité d'eau traversant la plante que le rapport entre la perte et l'arrivée de l'eau qui influence la décomposition de l'acide carbonique. D'un autre côté, il a montré que la plus faible perte, bien éloignée de produire la fanaison, suffit pour que l'assimilation soit considérablement diminuée. Nous avons donc là un certain nombre de données qui, rapprochées les unes des autres, ne peuvent manquer de provoquer au moins un jugement provisoire. Prenons une cellule assimilatrice en pleine fonction : si elle perd une quantité minime d'eau, elle cesse d'assimiler; personne ne croira que c'est parce que la cellule ne renferme plus assez d'eau pour la continuation du travail chimique; il n'est pas raisonnable d'admettre que la concentration très faible du contenu cellulaire puisse être la cause de cet arrêt; il faut que nous trouvions une condition physique assez grandement influencée par une très légère perte d'eau, pour expliquer la différence qui se produit dans le travail de la cellule. Or, la cellule turgescente, remplie d'un liquide à peu près incompressible, entourée d'une membrane peu extensible, doit rapidement diminuer sa pression intérieure et même la réduire à la pression atmosphérique, aussitôt qu'elle perd une quantité d'eau, qui n'est qu'une très faible fraction de la quantité qu'elle renferme. Dans cette rapide diminution de pression (de 14 atmosphères, par exemple, à 1 atmosphère), nous voyons le chaînon entre la très légère perte, cause première, et l'arrêt de l'assimilation.

Il y a ici une importante lacune à combler : l'étude de l'influence de la pression sur les diverses fonctions du végétal.

En attendant que ces recherches soient exécutées, il est intéressant de voir avec quel soin extrême la plante cherche à égaliser la perte et l'afflux de l'eau et cela à l'aide de la réserve transpiratoire. Nous avons montré il y a un an que l'épiderme joue sous ce rapport un rôle important. D'autres tissus privés de chlorophylle, les uns vivants, comme l'hypoderme, les autres morts comme les réservoirs vasiformes, sont dans le même cas. On voit, par ces quelques lignes, combien la réserve transpiratoire est importante, de quelque manière que les expériences futures nous représentent d'ailleurs les relations aujourd'hui bien certaines, entre cette réserve et la formation de la matière végétale. Le soleil et l'acide carbonique existent partout; le praticien n'a pas à s'en préoccuper; les relations entre l'absorption de l'eau et la transpiration deviennent ainsi le facteur qui domine la formation des hydrates de carbone et de tout ce qui en dérive, c'est-à-dire de toutes les substances végétales. VESQUE.

*Le Gérant :* G. MASSON.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# RECHERCHES
# SUR LA FABRICATION DU FUMIER DE FERME

PAR

**M. P.-P. DEHÉRAIN,**
**Membre de l'Académie des sciences.**

Bien que l'efficacité du fumier de ferme comme engrais soit connue depuis les temps les plus reculés, nous n'avons encore que des notions très incomplètes sur les réactions qui se produisent quand les litières imprégnées des déjections des aimaux séjournent sur les plate-formes ou dans les fosses.

J'ai essayé, il y a déjà quelques années[1], de préciser la nature des fermentations qui prennent naissance pendant que le fumier s'amoncelle dans les cours de ferme; je voudrais aller plus loin aujourd'hui, pénétrer le rôle de ces fermentations et définir la nature des matières produites.

Ce second travail ne me permet pas encore cependant d'atteindre le but visé, à savoir : guider la pratique agricole dans la fabrication du fumier. En effet, il ne suffit pas, pour tracer les règles à suivre, de savoir quelles sont les matières produites pendant la fabrication du fumier, il faut encore connaître quelle action ces matières exercent dans le sol, comment et pourquoi elle favorisent le développement des végétaux.

Le présent travail n'est donc qn'une seconde étape sur le chemin que je dois parcourir : car ce sera seulement quand on aura appris comment agissent les diverses matières produites ou extraites, qu'on saura si la fabrication du fumier, telle qu'elle est généralement conduite, est avantageuse, ou bien, s'il convient de la modifier suivant la nature des sols cultivés.

Les résultats analytiques que je donne dans ce mémoire se rapportent aux échantillons que j'ai prélevés dans le fumier de l'Ecole de Grignon; c'est là un engrais dont j'ai été à même d'observer à bien des reprises l'efficacité, et qui, par suite, convient à la terre que nous cultivons.

1. *Ann. agron.*, t. X, p. 385, 1881.

L'ordre suivi dans ce travail est indiqué par les titres des sujets qui y sont successivement traités :

1. *Résumé historique;*
2. *Étude sommaire des déjections des animaux;*
3. *Analyse immédiate de la paille qui constitue les litières;*
4. *Analyse immédiate du fumier;*
5. *Origine de la matière azotée du fumier;*
6. *Pertes d'azote qui se produisent pendant le séjour du fumier sur la plate-forme;*
7. *Résumé et conclusions.*

## I. — Résumé historique.

Je n'ai l'intention de rappeler ici que les recherches chimiques exécutées sur la fabrication du fumier, sans m'astreindre à transcrire les diverses analyses élémentaires exécutées par nombre d'agronomes distingués ; ce travail serait d'autant moins utile qu'il a été fait récemment par MM. Muntz et Charles Girard[1].

S'il est relativement aisé de procéder à l'analyse élémentaire du fumier, il n'en est plus ainsi de son analyse immédiate, et les chimistes qui ont essayé de déterminer la nature des substances qui constituent le fumier sont peu nombreux. Mon excellent ami, feu M. le baron P. Thénard, a étudié la matière noire qui s'écoule le long des parois d'un tas disposé comme celui de Grignon et qui existe également dans le purin. Il a désigné cette substance sous le nom d'acide fumique et a essayé de trouver l'origine de l'azote qu'elle renferme.

Les expériences synthétiques qu'il a imaginées l'ont conduit à quelques résultats fort intéressants pour la chimie générale, mais qui n'ont qu'un rapport très lointain avec la question qu'il s'agit de résoudre.

M. Thénard a donné la composition et quelques-unes des réactions de la matière désignée sous le nom d'acide fumique[2], mais le mode d'investigation qu'il a suivi, et surtout l'état de nos connaissances au moment où il a exécuté son travail (1857), ne lui ont pas permis de dévoiler la nature de l'acide fumique ni d'en découvrir l'origine.

1. *Les Engrais*, p. 187.
2. *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 980, 1857.

On a étudié d'une façon plus complète les fermentations qui se produisent dans le fumier. M. Reiset, dès 1856, a reconnu que le fumier dégage du formène, ou gaz des marais, et de l'azote libre. Plus récemment, j'ai montré, dans un mémoire publié ici même, qu'il se produit dans le fumier deux fermentations différentes : l'une aérobie, qui développe une température élevée pouvant atteindre 65 et 70 degrés; l'autre anaérobie, qui porte seulement le fumier à 30 ou 35 degrés.

Cette distinction des fermentations repose sur l'analyse des gaz extraits à diverses hauteurs du tas de fumier à l'aide de la trompe à mercure. Tandis qu'à la partie supérieure, où la température est élevée, on trouve, dans les gaz extraits, des quantités notables d'azote mêlé à de l'acide carbonique et à de faibles proportions d'hydrogène proto-carboné, ce qui annonce que la masse est pénétrée d'air dont l'oxygène se métamorphose en acide carbonique, à la partie inférieure, au contraire, l'atmosphère confinée ne renferme plus que de faibles quantités d'azote, mais est presque entièrement formée de gaz des marais et d'acide carbonique, dus l'un et l'autre à l'activité d'un ferment qu'il est facile de mettre en jeu dans des flacons.

Quand, en effet, on fait agir les bactéries forméniques vers 40 degrés sur la cellulose du papier, du coton ou de la filasse, en présence de carbonates d'ammoniaque et de potasse et d'un peu de phosphate d'ammoniaque, elles décomposent la cellulose en dégageant des volumes égaux d'acide carbonique et de formène.

L'élévation de température qui se manifeste dans les parties inférieures du tas de fumier, due à une combustion interne, est moins forte que celle que provoque l'oxygène libre.

M. Gayon a donné, des différences de température constatées dans le tas de fumier, suivant que l'air y pénètre plus ou moins facilement, une démonstration très élégante et très complète. Il a fait construire deux caisses de même dimension : l'une en bois, par conséquent peu perméable à l'air; l'autre en fils de fer, dans laquelle au contraire l'air peut pénétrer, et les a remplis du même fumier; il a constaté dans la seconde une température beaucoup plus élevée que dans la première[1].

La première partie de mon travail, publiée en 1884, a montré

1. *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 528.

que la combustion anaérobie pendant laquelle la cellulose se détruit avec production de formène et d'acide carbonique est l'œuvre d'un ferment figuré, le chloroforme l'arrête absolument, il n'en est plus tout à fait de même pour la fermentation aérobie. Le dégagement d'acide carbonique se continue encore, quand l'action des ferments est paralysée par la présence du chloroforme, elle est toutefois beaucoup moins active que lorsque l'action des ferments n'est pas retardée; ces premières recherches ont déjà fait comprendre que les organismes inférieurs jouaient dans la fabrication du fumier un rôle important. Nous verrons dans la suite de ce travail que leur rôle est encore plus important qu'on ne le pensait naguère.

La plupart des agronomes qui se sont occupés du fumier ont enfin porté leur attention sur les pertes que subit la matière azotée qu'il renferme : M. Joulie a montré ici même[1], par des analyses rigoureuses, que pendant la fabrication du fumier, opérée il est vrai sur de petites quantités de matière, une notable proportion de l'azote introduit sous forme d'ammoniaque passait à l'état de matière organique, mais qu'une fraction également notable disparaissait sans doute à l'état libre.

Enfin MM. Muntz et Girard ont chiffré par une autre méthode les quantités d'azote perdues pendant la fabrication du fumier; ils ont déterminé la quantité d'azote contenue dans les aliments fournis au bétail, puis ils ont cherché successivement comment cet azote était réparti entre l'augmentation du poids de l'animal, le lait fourni et enfin le fumier obtenu; ils ont reconnu que la fabrication du fumier détermine des pertes d'azote considérables, qui sont notablement diminuées quand on substitue les litières de terre aux pailles habituellement employées[2].

En résumé, si un grand nombre de travaux partiels et des plus intéressants ont été exécutés sur ce sujet, on est encore dans une ignorance complète sur la nature même des matières qui constituent le fumier et sur les réactions qui leur donnent naissance. C'est cette lacune dans l'histoire du plus répandu de tous les engrais que nous essayons de combler.

1. *Ann. agron.*. t. X, p. 289.
2. *Ann. agron.*, t. XII.

**II. — Composition des urines et des excréments solides.**

Il y a longtemps que les chimistes agronomes ont déterminé la composition des déjections solides et liquides des animaux; nous ne voulons pas reproduire les chiffres nombreux qui ont été obtenus; nous rappellerons seulement que MM. Audoynaud et Zacharewicz[1] de l'École de Montpellier ont donné récemment des analyses qui sont habituellement d'accord avec celles qu'avait exécutées autrefois M. Boussingault, d'où il résulte que les urines de cheval renferment par litre 15,21 d'azote et 9,24 de potasse avec des traces d'acide phosphorique, et que dans le crottin on a dosé par kilogramme 5,58 d'azote, 1,50 d'acide phosphorique et 1.00 de potasse.

L'urine de vache renferme par litre 10,50 d'azote et 13,60 de potasse; les bouses donnent par kilogramme 4,35 d'azote, 0,42 de potasse et 1,20 d'acide phosphorique. Les bouses analysées par MM. Audoynaud et Zacharewicz renfermaient 82,04 d'eau dans 100 parties; en calculant l'azote de la matière sèche, on trouve 2,3. C'est un chiffre sensiblement plus élevé que celui qu'a trouvé, à mon laboratoire de Grignon, M. Paturel, chimiste de la station, qui m'a prêté son concours pendant la fin de ce travail; il a trouvé seulement 1,75 pour 100 de matière sèche; or le nombre de M. Paturel est identique avec celui qu'a trouvé M. Boussingault pour les vaches soumises au régime humide; il semble que le nombre obtenu à Montpellier soit exceptionnel.

La plus grande partie de l'azote contenu dans les urines s'y trouve à l'état d'urée[2], qui donne naissance, sous l'influence du ferment découvert par M. Van Tieghem, à du carbonate d'ammoniaque.

Quant à la potasse, elle ne se rencontre dans les urines que partiellement à l'état de bicarbonate de potasse. D'après MM. Audoynaud et Zacharewicz, le tiers environ de la potasse des urines se trouve à l'état de bicarbonate alcalin; le reste, étant engagé en combinaison soit avec des acides organiques, soit avec des acides minéraux, n'a pas d'action immédiate, analogue à celle des bicarbonates.

1. *Ann. agron.*, t. XI, p. 129 et 337.
2. *Ann. agron.*, t. X, p. 177.

La potasse est rare dans les excréments solides, mais la matière azotée s'y trouve au contraire en quantité notable, bien que très inférieure ainsi qu'on vient de le voir, à celle qu'elle présente dans les urines; l'état de combinaison de l'azote dans les déjections solides est encore mal défini, et par suite le rôle de ces déjections solides dans la fabrication du fumier paraîtrait peu important, s'il n'était probable que ce sont ces déjections solides qui amènent dans le fumier les ferments, appelés à y jouer un rôle décisif.

On sait que les gaz intestinaux des herbivores renferment très habituellement outre de l'acide carbonique, du formène, mais aussi de l'hydrogène et, comme dans le tas de fumier on ne rencontre jamais que du formène sans traces d'hydrogène libre, on pourrait en conclure que le ferment du fumier n'est pas apporté par les excréments solides des animaux. Cette objection, toutefois, n'est pas décisive : en effet, si la cellulose est réduite en volumes égaux de formène et d'acide carbonique, quand elle est mise en fermentation avec quelques parcelles de fumier dans un liquide présentant une franche réaction alcaline, cette même cellulose donne de l'hydrogène, aussitôt que la liqueur n'est pas maintenue alcaline; il semble donc que le fumier renferme un ferment butyrique si intimement mélangé au ferment forménique qu'il soit très difficile de les séparer, ou bien, que le même ferment puisse, suivant les réactions des liquides dans lesquels il se développe, fournir des produits différents. J'ai eu l'occasion d'obtenir du même flacon renfermant de la filasse : de l'hydrogène ou du formène, suivant que je laissais la liqueur devenir acide ou qu'au contraire je la rendais fortement alcaline.

Or les réactions ne sont pas les mêmes dans toute la longueur du tube intestinal, et on conçoit que les ferments puissent y produire soit de l'hydrogène, soit du formène, qui sont ensuite mélangés quand ils sont recueillis au dehors et que, par conséquent, la présence de l'hydrogène dans les gaz intestinaux, son absence dans le fumier ne soient pas suffisantes pour faire admettre que les ferments qui déterminent la production de ces gaz soient différents.

Au reste, si on introduit dans une infusion de paille stérilisée soit des crottins de mouton, soit des fragments de bouse de vache, pris de façon à éviter le mélange de la terre, on y voit se développer des bactéries d'un aspect très analogue à ceux qui entrent en jeu dans le fumier.

En résumé, nous voyons que les excréments liquides des animaux apportent au fumier des carbonates de potasse et d'ammoniaque. que les excréments solides et en outre la paille elle-même, y amènent les ferments; mais si le fumier nous apparaît comme un assemblage de paille et d'excréments dans lequel se retrouvent des éléments peu ou pas altérés provenant de ces deux sources: carbonate de potasse de l'urine, carbonate d'ammoniaque provenant de la fermentation de l'urine, phosphates contenus dans les déjections solides et pailles des litières non attaquées, il en découle, en outre, une matière brune qui, prenant naissance pendant la fabrication même, caractérise le fumier; de plus, les pailles sont devenues noires et cassantes: il y a donc réaction des matières excrémentitielles sur les litières, et, pour chercher utilement comment ces divers agents vont modifier les litières, il convient d'abord d'étudier la paille qui les constitue.

### III. — Étude de la paille.

La paille de froment, employée habituellement à la fabrication du fumier, renferme généralement 10 à 12 p. 100 d'eau, 6 à 7 p. 100 de cendres, des matières azotées en faible proportion: l'échantillon qui a servi aux dosages en comprenait 2.0.

Soumise à l'action des réactifs neutres, la paille abandonne de petites quantités de sucre, de tanin et de gomme à l'eau; à l'alcool une matière jaune provenant de l'altération de la chlorophylle; quand on veut pénétrer plus avant et essayer de déterminer la nature des substances qui forment près des quatre cinquièmes de la paille, on est obligé d'avoir recours aux réactifs plus énergiques.

L'acide chlorhydrique étendu dissout une petite quantité d'un sucre réducteur provenant de la transformation de l'amidon, et en outre de la matière azotée qui le colore en brun; si on traite la matière dissoute par l'alcool, on n'obtient pas de pectine; c'est là un point important et qui fait voir que les tiges du froment ne renferment pas les mêmes principes que les racines ou les fruits, qui donnent dans ces conditions si aisément la pectine gélatineuse.

L'action des réactifs alcalins présente un intérêt particulier : en effet, c'est à une réaction essentiellement alcaline que la paille est soumise pendant la fabrication du fumier : tous les liquides qui en découlent, bleuissent le tournesol et font une vive effervescence avec les acides. Si on attaque la paille, débarrassée par des lavages

à l'eau et à l'alcool, des matières que ces liquides lui enlèvent par une dissolution étendue de carbonate de potasse, on constate que la liqueur brunit et qu'il se dégage de petites quantités d'ammoniaque. Quand on sature les dissolutions alcalines, par l'acide chlorhydrique, on obtient un précipité floconneux, brun, ayant quelque ressemblance avec de l'oxyde de fer récemment précipité.

Ce précipité, bien lavé, séché à l'étuve, noircit légèrement à la surface; il se présente alors sous forme d'une poudre brun clair, partiellement soluble dans l'alcool.

Ce précipité renferme des proportions d'azote variant de 3, 5 à 5,3 p. 100; sa richesse en azote est d'autant plus grande que l'attaque de la paille par le carbonate de potasse a été moins prolongée. On ne réussit pas cependant, en procédant à des attaques successives, à obtenir un précipité entièrement privé d'azote.

L'épuisement de la paille par les carbonates alcalins est lent: après une dizaine de traitements, durant de dix à quinze minutes chacun, la paille donne encore avec les carbonates alcalins une coloration jaune, mais les liqueurs saturées par l'acide chlorhydriques ne fournissent plus que des précipités insignifiants.

La lenteur de l'attaque indique que la substance dissoute par les carbonates alcalins ne préexiste pas dans la paille, mais qu'elle se forme par l'action même du réactif; l'oxygène de l'air favorise la réaction; les résultats obtenus en procédant à l'attaque dans une atmosphère d'acide carbonique comparés à ceux qu'on obtient à l'air libre, ont fourni les chiffres suivants :

*Résidus secs de 100 de paille.*

| | Gr. |
|---|---|
| A l'air | 82.5 |
| Dans l'acide carbonique | 82.1 |

*Précipités obtenus en saturant par l'acide chlorhydrique les liquides provenant d'une attaque avec du carbonate de soude à 5 p. 100.*

| | Gr. |
|---|---|
| A l'air | 3.36 |
| Dans l'acide carbonique | 2.20 |

Le résidu que laisse le carbonate de potasse n'est jamais tout à fait exempt d'azote.

L'irrégularité des dosages d'azote dans la matière précipitée par les acides montre que la matière dissoute par les carbonates

alcalins est formée par le mélange d'une matière azotée et d'une matière carbonée dont il était intéressant de déterminer la nature.

On a d'abord tenté sans succès de séparer la matière azotée de la matière carbonée par l'emploi ménagé des carbonates alcalins.

On a mieux réussi en traitant la paille par de l'acide chlorhydrique très dilué agissant à l'ébullition. Le liquide évaporé a fourni une substance renfermant 4 p. 100 d'azote, tandis que la paille restante, attaquée par le carbonate de soude, a donné une liqueur brune qui, saturée par l'acide chlorhydrique, a fourni un précipité brun, très analogue à celui qu'on obtient de la paille traitée directement par les carbonates alcalins, mais ne renfermant plus que 0.54 p. 100 d'azote.

Ce précipité était donc formé surtout par la matière carbonée qu'on obtient mélangée à la matière azotée par le traitement direct de la paille.

Quelle était cette matière carbonée?

MM. Frémy et Urbain, auxquels on doit l'étude des principes immédiats qui forment, suivant leur heureuse expression, le squelette des végétaux, y distinguent plusieurs substances différentes : la *pectose*, les *celluloses*, la *cutose*, la *vasculose*.

A quelle famille appartenait la substance extraite de la paille par les carbonates alcalins? Tel était le point à élucider.

L'absence de la pectine dans les liqueurs acides montrait que la matière dissoute par les alcalis ne provenait pas d'une altération de la pectose. Existe-t-il cependant une petite quantité d'acide pectique dans l'extrait alcalin de la paille? Cela est possible : en effet, cette matière, traitée par l'acide sulfurique dilué, donne une faible quantité de sucre réducteur; cette même matière, maintenue à l'ébullition avec des alcalis, fournit un liquide réduisant le nitrate d'argent, caractère de l'acide métapectique; mais cette réduction est très incomplète.

Au reste, jamais on n'a réussi à obtenir par l'acide azotique l'acide mucique que donnent les composés pectiques, de telle sorte que si le précipité gélatineux de la paille renferme de l'acide pectique, la proportion en est très faible.

On sait depuis longtemps que la paille renferme de la cellulose, puisque cette paille est employée en quantité considérable à la fabrication du papier.

La cellulose est soluble dans l'acide sulfurique à trois équiva-

lents d'eau, mais elle résiste à l'action des réactifs alcalins, ce que démontre le procédé industriel employé pour l'isoler de la paille.

Le précipité obtenu en traitant par l'acide chlorhydrique l'infusion alcaline de paille n'appartenant ni aux corps pectiques, ni à des dérivés de la cellulose, il restait à connaître s'il pouvait être rattaché à la famille de la cutose, à celle de la vasculose, ou s'il devait être considéré comme appartenant à un groupe nouveau. Nous disons famille, car M. Frémy a montré depuis longtemps que les principes immédiats qui forment les tissus des végétaux sont formés de plusieurs groupes comprenant des espèces isomères mais non identiques, c'est ainsi qu'il a démontré notamment l'existence de plusieurs variétés de celluloses.

La cutose ne se dissout pas bien dans les carbonates alcalins, il faut pour l'attaquer la soumettre à l'action des alcalis caustiques; or, quand on a épuisé la paille par le carbonate de potasse, la potasse caustique ne dissout plus que des proportions de matière insignifiante; les acides obtenus par précipitation des dissolutions alcalines ayant dissout la cutose sont solubles dans l'éther, ceux de la paille ne s'y dissolvent pas; enfin la cutose attaquée par l'acide azotique donne de l'acide subérique, les produits bruns de la paille fournissent seulement par oxydation de l'acide oxalique comme le fait la vasculose. Il ne semble donc pas que la matière extraite de la paille par les réactifs alcalins appartienne à la famille de la cutose et nous n'avons plus à discuter que les deux hypothèses suivantes : ou bien la paille renferme un principe immédiat non encore décrit; ou bien elle contient une substance de la famille de la vasculose.

L'analyse élémentaire de la paille sèche, exécutée autrefois par Boussingault, a donné les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Carbone | 48.43 |
| Hydrogène | 5.31 |
| Oxygène | 38.94 |
| Azote | 0.35 |
| Cendres | 6.97 |

Il est visible que la paille doit renfermer un principe très riche en carbone, qui élève le taux de cet élément à un chiffre beaucoup plus fort que celui que donne la cellulose.

L'étude du principe immédiat que cède la paille aux réactifs alcalins est donc encore très incomplète; je la continue et peut-être

arriverai-je à mieux définir la substance que je distingue provisoirement sous le nom de *vasculose attaquable*. Je la désigne ainsi pour plusieurs raisons, et d'abord les analyses les plus concordantes de la matière extraite de la paille par le carbonate de potasse, puis précipitée par l'acide chlorhydrique, fournissent les nombres suivants :

| | |
|---|---|
| Carbone | 57.7 |
| Hydrogène | 5.6 |
| Oxygène | 36.7 |
| | 100.0 |

Peu éloignés de ceux de la vasculose du bois qui présenterait, d'après MM. Frémy et Urbain, la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone | 59.34 |
| Hydrogène | 5.49 |
| Oxygène | 35.17 |

Ces deux compositions ne sont pas identiques, mais ces substances ne sont pas susceptibles d'être obtenues à l'état de pureté; deux analyses portant sur des échantillons différents ne donnent pas les mêmes nombres, de telle sorte qu'il faut se borner à indiquer des analogies sans avoir la prétention de donner, pour des matières impossibles à purifier, une composition nettement définie comme celle qu'on est en droit d'exiger d'un corps cristallisé.

La plus grande difficulté que présente la détermination de cette composition, doit être attribuée à la déshydratation qui se produit souvent, quand les précipités sont redissouts dans une liqueur alcaline, puis séparés de nouveau par les acides. C'est ainsi que j'ai reçu de M. Urbain une matière ayant le même aspect que la substance extraite de la paille, soluble dans l'alcool et dans les alcalis et renfermant plus de 60 p. 100 de carbone. Cette matière provenait du bois; avec la paille on obtient souvent aussi des substances très riches en carbone. Le caractère distinctif des dérivés de la vasculose du bois est de se déshydrater en donnant des corps de plus en plus riches en carbone, se rapprochant par suite des composés ulmiques, et c'est aussi le caractère que présentent les dérivés de la paille. Si on ajoute que jamais avec la paille, malgré des essais très nombreux, je n'ai pu obtenir, par l'action de l'acide azotique, autre chose que l'acide oxalique, et qu'il en est de même

de la vasculose du bois, il semble qu'il faille conclure que la paille renferme une matière appartenant au groupe des vasculoses.

Cette substance est cependant bien différente de la vasculose du bois : quand, en effet, on épuise de la sciure de bois par l'eau qui lui enlève surtout du tanin; puis par l'alcool, et qu'on l'attaque par les carbonates alcalins, on obtient encore une liqueur brune, mais le précipité est très peu abondant. Quand la sciure de bois a été successivement attaquée par le carbonate de potasse, la potasse et l'acide sulfurique, elle laisse un abondant résidu de vasculose; avec la paille ce résidu est au contraire très peu abondant, et il est encore partiellement soluble dans les carbonates alcalins; je pense donc que la paille ne contient qu'en faible quantité la vasculose inattaquable du bois, mais renferme une variété particulière de vasculose qu'on peut désigner sous le nom de vasculose attaquable, et une proportion beaucoup moindre de vasculose inattaquable, analogue à celle du bois.

Quand on soumet à l'action des réactifs alcalins la paille épuisée par les réactifs neutres, on trouve toujours que le poids du précipité qu'on peut recueillir en saturant par l'acide chlorhydrique, la liqueur alcaline, ne représente pas le poids de la substance perdue par la paille; quand on agit sur un échantillon non purifié, on constate que la matière dissoute par les alcalis n'est pas seulement la vasculose attaquable; l'amidon qu'elle renferme en proportions variables disparaît sans doute également, mais en outre, par l'action même des carbonates alcalins, une partie de la vasculose se modifie et devient soluble dans l'eau et non précipitable par les acides. En effet, la liqueur acide est toujours colorée; si on redissout dans un alcali, un précipité pesé après dessiccation, puisqu'on le précipite de nouveau, on ne lui retrouve pas, après une nouvelle dessiccation, son poids primitif.

Ce précipité obtenu d'une liqueur alcaline par l'acide chlorhydrique éprouve les modifications spontanées qu'on rencontre souvent dans les substances colloïdales. On avait essayé de distinguer dans ce précipité deux substances différentes, en le traitant par l'alcool; on avait fait la séparation, et gardé pendant quelques jours la partie insoluble dans l'alcool; en la traitant de nouveau, on reconnut qu'elle se dissolvait en quantité sensible dans un réactif où elle était insoluble quelques jours auparavant.

On conçoit, dès lors, la difficulté que présente le détermination de

la vasculose attaquable contenue dans un échantillon de paille; on a chance de donner un chiffre trop fort, si on considère comme vasculose tout ce qui se dissout dans les carbonates alcalins, et, au contraire, un nombre beaucoup trop faible, si on ne considère comme vasculose que la partie précipitable par les acides de la liqueur alcaline, le poids de ce précipité variant du simple au double d'une attaque à l'autre.

Le dosage de la cellulose ne présente pas les mêmes difficultés que celui de la vasculose, l'acide sulfurique agissant à froid la dissout, avec formation d'un sucre réducteur; on peut voir au microscope ce réactif faire disparaître peu à peu les dentelures des cellules qui s'enchevêtrent les unes dans les autres à la façon des jeux de patience des enfants, les arêtes contournées de ces cellules s'émoussent peu à peu et finissent par disparaître.

La quantité de cellulose obtenue par les traitements précédents est d'environ 40 p. 100; nous avons essayé de vérifier ce chiffre par une méthode complètement différente : au lieu d'enlever successivement à la paille la vasculose, puis la cellulose par des traitements appropriés, nous avons fait agir directement sur la paille la potasse caustique à 120 degrés; ce réactif dissout tous les principes, y compris la vasculose, en ne laissant pour résidu que la cellulose; or ce procédé nous a donné encore un chiffre très voisin de 40 p. 100.

Ce nombre, toutefois, est sensiblement plus élevé que celui qui est donné par M. Muntz, qui inscrit seulement dans les tableaux d'analyse de la paille 32,80 pour la cellulose; mais il donne d'autre part un nombre très fort de 16,87 pour l'amidon et corps analogues, qui ont été dosés en soumettant la paille à l'action de l'acide sulfurique étendu agissant à 110 degrés; or il n'est pas douteux que dans ce traitement une partie de la cellulose ne soit métamorphosée en sucre et, par suite, dosée comme amidon.

En appliquant, en effet, à la paille les traitements successifs par l'eau, l'alcool, puis les acides, on a enlevé à l'aide de l'acide sulfurique étendu, agissant à 110 degrés, 15.5 de matière; on a donc obtenu le même chiffre que M. Muntz; mais en soumettant le résidu à l'action de l'acide sulfurique à trois équivalents d'eau agissant à froid, il n'a plus enlevé que 26,7 p. 100 de cellulose; c'est-à-dire un nombre inférieur à celui que donne M. Muntz et bien inférieur aussi à ceux que fournissent les autres méthodes.

En outre M. Muntz inscrit dans son tableau d'analyse 21,97 pour

les corps indéterminés. C'est précisément la vasculose qui représente cette matière non dosée, et si, en effet, on calcule la composition centésimale de ce résidu en défalquant des chiffres trouvés à l'analyse élémentaire la somme du carbone, de l'hydrogène des corps dosés, matières grasses, cellulose, etc., on trouve, en prenant les nombres de M. Muntz, cités par M. Péligot, une matière renfermant 56,7 de carbone et 6,3 d'hydrogène, c'est-à-dire une composition qui n'est pas très éloignée de celle de la vasculose. Et, d'autre part, en soumettant à l'analyse élémentaire le résidu obtenu après traitement de la paille par l'eau, l'alcool et la liqueur uro-ammoniacale afin d'enlever la cellulose, nous avons obtenu un corps renfermant 57,8 de carbone et 6,0 d'hydrogène, c'est-à-dire présentant des nombres qui se rapprochent encore de la vasculose.

En résumé, sans attacher aux déterminations numériques une importance que ne comportent pas les méthodes analytiques encore fort imparfaites que nous possédons, on voit qu'outre les petites quantités de tanin, de gomme, de sucre, d'amidon constatées depuis longtemps, la paille est essentiellement formée de deux principes immédiats différents, la cellulose et la vasculose; cette dernière se présentant pour la plus grande partie sous une forme très différente de celle qu'elle affecte dans le bois, puisqu'elle est très soluble dans les carbonates alcalins, au lieu de ne céder qu'à l'action des alcalis caustiques agissant sous pression.

Quand on a épuisé la paille par le carbonate de potasse et l'acide sulfurique, on obtient un dernier résidu qu'on serait tenté de considérer comme formé par la vasculose inattaquable du bois; ce résidu renferme, en effet, une certaine quantité de cette vasculose inattaquable, mais il n'en est pas entièrement formé, car il abandonne encore une partie de son poids quand on le soumet successivement à l'action des carbonates alcalins et de l'acide sulfurique; il n'y a donc pas entre ce que nous appelons vasculose attaquable et vasculose non attaquable de différences bien tranchées, et ces dénominations indiquent seulement la résistance plus ou moins longue que présentent les matières à l'action des réactifs.

### IV. — Analyse immédiate du fumier.

Si les analyses élémentaires du fumier sont nombreuses, si Boussingault, Voelcker et bien d'autres, ont déterminé avec beau-

coup de soin sa richesse en azote, la nature et le poids des substances minérales qu'il renferme, son analyse immédiate n'a pas encore été exécutée ; elle soulève cette difficulté, que l'analyse s'appliquant à une matière très complexe et peu homogène, deux dosages ne donnent jamais des chiffres identiques ; aussi, voulons-nous, dans ce paragraphe, indiquer seulement quelles sont les matières que nous avons pu séparer, pour en déduire les réactions auxquelles elles ont été soumises, sans prétendre arriver à une composition définie, qui s'appliquerait aux seuls échantillons analysés, sans rien apprendre sur d'autres échantillons recueillis à un autre moment.

J'ai procédé d'abord à la séparation des diverses parties du fumier par des lavages à l'eau sur un tamis à mailles assez larges.

Il retient des fragments de paille grossiers, tandis qu'il laisse passer des débris très menus et une matière soluble; on jette le liquide très coloré sur un tamis plus fin qui sépare la plus grande partie des menus débris et laisse passer la matiére soluble, on filtre enfin celle-ci sur un filtre de toile et on réunit ce qu'il retient à ce qui est resté sur le tamis fin ; on obtient ainsi trois lots : une matière soluble ; des débris fins ou menues pailles ; des pailles grossières.

Les proportions dans lesquelles se rencontrent ces diverses substances varient énormément. Il est naturel qu'il en soit ainsi, puisqu'en prélevant l'échantillon, on prend tantôt un produit renfermant beaucoup de litière et de très petites quantités de matières animales, ou inversement ; je ne m'arrêterai donc pas à discuter les chiffres très nombreux, mais très irréguliers, que j'ai déterminés ; mais je chercherai au contraire à bien préciser ce que sont les trois espèces de matières séparées par ce premier triage.

*Pailles grossières.* — La composition de ces pailles est assez constante, on a trouvé pour 100 de matière sèche, les nombres suivants :

| | Azote. | Cendres. |
|---|---|---|
| N 1 | 0.66 | 3.22 |
| N° 2 | 0.67 | 3.25 |
| N° 3 | 0.77 | » |
| N° 4 | 0.65 | 3.65 |

Les chiffres de l'azote sont un peu plus forts que ceux qu'on trouve pour la paille normale, tandis qu'au contraire les chiffres pour les cendres sont beaucoup plus faibles. Ces résultats sont faciles à expli-

quer : la paille a été soumise pendant les manipulations mêmes qui ont servi à la débarrasser des autres produits avec lesquels elle était mélangée, à des lavages nombreux qui ont enlevé toutes les matières minérales solubles et qui ont par cela même diminué la proportion des cendres, en faisant croître, au contraire, celle des matières azotées insolubles, puisque la détermination a lieu sur une substance appauvrie de matières non azotées; de plus, le dosage de l'azote a été exécuté sur une matière sèche, tandis que la paille retient habituellement 10 p. 100 d'eau.

Quoi qu'il en soit, la composition de ces grosses pailles est trop voisine de celle des pailles normales pour que son étude puisse nous servir à comprendre les réactions qui se produisent sur la plateforme.

*Étude des menues pailles.* — Il n'en est pas de même des menues pailles. En effet, en remarquant avec quelle facilité se brise la paille contenue dans le vieux fumier, combien elle a perdu de sa consistance, on peut penser que les débris qui constituent les menues pailles sont formés par le résidu des réactions qui se sont exercées sur la paille normale et on peut concevoir l'espérance de connaître ces réactions; en comparant la composition de ces débris à celle des pailles normales, en voyant quels sont les principes immédiats qui ont disparu ou diminué, en constatant ceux qui ont augmenté, on aurait une première idée des réactions qui s'accomplissent pendant que le fumier est amoncelé dans la cour de ferme.

Il est bien à remarquer, toutefois, que ces indications ne sont pas aussi précises qu'elles le seraient si les menues pailles représentaient simplement le résidu des litières ; il n'en est pas ainsi : en les examinant au microscope, en voyant combien sont fins les débris végétaux qu'elles renferment, on reconnaît que leur trituration est trop complète pour être due simplement aux manipulations que subit le fumier, et aux réactions qui s'y produisent. Il est visible que ces débris proviennent également des excréments solides des animaux, incorporés, puis divisés dans les litières, et que, par suite, les menues pailles sont des résidus de deux actions différentes : de celles qui prennent naissance pendant la digestion, et de celles qui modifient les litières.

L'analyse de ces débris sera donc instructive, puisqu'elle indiquera la constitution d'une des parties importantes du fumier; mais les indications qu'elle fournira devront être discutées.

Les chiffres trouvés pour l'azote et les cendres varient entre des limites très étendues, ainsi qu'il est facile de le voir par les chiffres suivants :

*Dans 100 de matière sèche, on a dosé :*

| | Azote. | Cendres. |
|---|---|---|
| N° 1 | 0.84 | 59.7 |
| N° 2 | 1.10 | 37.0 |
| N° 3 | 2.60 | 26.0 |
| N° 4 | 2.16 | 35.6 |

Dans la masse de matières minérales qu'indique cette analyse élémentaire, une grande partie est purement accidentelle, elle est formée de sable, de terre apportés au tas de fumier par le balayage des étables, des porcheries, etc.; l'analyse accuse en outre une proportion considérable de matières azotées, dont il importera de trouver l'origine.

On a soumis ces menues pailles à l'action de divers réactifs pour savoir, en quoi leur composition immédiate différait de la paille employée à la confection des litières.

Les acides étendus attaquent aisément les hydrates de carbone contenus dans la paille normale et les métamorphosent en sucre réducteur ; ces hydrates de carbone ont disparu habituellement d'une façon complète des menues pailles ; quand on les traite par des acides étendus on n'en extrait plus de sucre réducteur. Il est vraisemblable que les hydrates de carbone qui donnent ce produit sont brûlés dans les parties supérieures du tas de fumier, au point où s'établit une fermentation aérobie très active qui élève la température jusqu'à 65°.

La disparition de ces hydrates de carbone pendant la fermentation aérobie qui se produit à la partie supérieure du tas de fumier se déduit encore d'une autre considération.

Toutes les fois qu'on met en fermentation de l'amidon ou du sucre ensemencé avec les ferments du fumier, on obtient de l'hydrogène et les liqueurs deviennent acides, si elles n'ont pas été chargées d'alcalis au début; il en est de même lorsqu'on place dans les flacons de fermentation de la paille fraîche; or ainsi qu'il a été dit déjà, les gaz extraits du fumier en place ne renferment jamais d'hydrogène libre : le gaz combustible est du formène pur. L'absence de l'hydrogène dans les gaz provenant de la fermentation anaérobie

démontre absolument l'absence des hydrates de carbone solubles dans les parties moyennes du fumier.

Si on soumet les menues pailles à l'action des réactifs, on trouve que la quantité de matière enlevée par les carbonates alcalins ou la potasse caustique agissant succcessivement, n'est guère moindre que celle qu'ils enlèvent à la paille normale; mais si on défalque des matières dissoutes les matières azotées et les matières minérales enlevées par ce traitement alcalin, on reconnaît que la vasculose attaquable est beaucoup moins abondante dans la paille du fumier que dans la paille normale; la cellulose a aussi considérablement diminué, tandis qu'au contraire le résidu organique insoluble dans les réactifs est devenu plus abondant.

Il n'est pas difficile de comprendre comment se sont produits ces changements.

La paille qui est placée sur la plate-forme, mélangée aux excréments des animaux, est soumise à deux actions différentes :

A une action dissolvante exercée par les carbonates alcalins des urines; à la fermentation provoquée par les bacilles provenant sans doute du tube digestif des animaux.

Cette fermentation d'abord aérobie élève la température du tas de fumier jusqu'à 65° environ, elle favorise donc à un haut degré l'action des carbonates alcalins qui dissolvent la vasculose attaquable, comme ils le font dans le laboratoire; on conçoit par suite que la proportion de cette vasculose attaquable aille en diminuant, à mesure que la paille séjournera sur la plate-forme du fumier, et qu'au contraire la vasculose peu attaquable, mais partiellement déshydratée et noircie, aille en augmentant. C'est cette matière qui finit par dominer dans le vieux fumier métamorphosé, suivant l'expression des praticiens, en beurre noir.

Les considérations précédentes permettent de concevoir comment les menues pailles renferment moins de vasculose attaquable et au contraire plus de vasculose inattaquable que la paille normale; elles renferment aussi moins de cellulose et il est facile d'en saisir la raison: c'est en effet de la décomposition de la cellulose, sous l'influence du ferment forménique, que proviennent le gaz des marais et l'acide carbonique qui forment l'atmosphère du tas de fumier dans les parties où l'air n'arrive plus.

C'est ce que démontrent les fermentations opérées en flacons, dans lesquels on place du papier, de la filasse, avec des disso-

lutions alcalines et qu'on ensemence avec les ferments du fumier.

Disparition de la vasculose attaquable par l'action dissolvante des carbonates alcalins, disparition de la cellulose par fermentation, telles sont les deux causes qui déterminent l'augmentation dans les menues pailles de la vasculose inattaquable. Mais il nous reste encore à comprendre comment la matière azotée y est plus abondante que dans la paille normale.

Cette matière azotée n'est pas entièrement insoluble dans les réactifs alcalins : une partie, au contraire, s'y dissout ; mais une autre partie résiste ; celle-ci ne provient pas des albuminoïdes de la paille, presque entièrement solubles dans les liquides alcalins, mais bien des excréments solides des animaux, qui renferment des matières azotées médiocrement attaquables, ainsi qu'on le verra par les nombres suivants :

100 grammes de bouse de vache sèche renfermant 17,8 de cendres et 1,75 d'azote sont attaqués à l'ébullition par une dissolution de carbonate de potasse à 5 p. 100, ils laissent un résidu de 60,4 renfermant dans 100 parties 19,7 de cendres et 0,78 d'azote.

100 grammes de crottins de mouton désséchés renferment 17,9 de cendres et 2,18 d'azote. Attaqués par le carbonate de potasse, ils laissent un résidu renfermant 21,3 p. 100 de cendres, et 0,85 d'azote.

Ainsi la matière azotée des excréments résiste partiellement à l'action de réactifs infiniment plus énergiques que ceux qui entrent en jeu dans le fumier, et on conçoit que l'addition de ces excréments élève la quantité d'azote contenue dans les menues pailles jusqu'aux chiffres trouvés plus haut ; nous verrons plus loin qu'une autre réaction tend encore à élever la proportion de la matière azotée des menues pailles.

Les aliments des animaux de la ferme ne diffèrent pas essentiellement au reste de la paille des litières, les métamorphoses que subissent ces aliments pendant la digestion ne sont pas non plus essentiellement différentes de ceux qui se produisent dans le tas de fumier, au moins quant aux fermentations, par suite, les excréments solides qui s'ajoutent aux débris des litières sont des résidus végétaux qui ont subi l'action de microbes identiques à ceux qui travaillent dans le fumier : ce sont probablement les bactéries mêmes du tube intestinal qui continuent leur action dans le fumier en place, de telle sorte que l'addition, aux débris des litières, des

excréments solides ne changent pas les conclusions qu'on peut tirer de leur étude aussi complètement qu'on aurait pu le craindre.

En résumé nous voyons que sur la plate-forme les litières perdent :

1° Des hydrates de carbone facilement attaquables : amidon, sucre, détruits par fermentation aérobie ;

2° De la vasculose dissoute par les carbonates alcalins ;

3° De la cellulose détruite par fermentation anaérobie avec dégagement de formène et d'acide carbonique.

Qu'elles gagnent au contraire :

1° Des matières azotées provenant surtout des déjections solides des animaux, dont une partie est peu soluble dans les liquides alcalins ;

2° Des matières minérales provenant des balayures des étables, etc.

Qu'elles présentent enfin un excès de vasculose inattaquable, et de matières minérales dues à la disparition des autres principes avec lesquels ces matières étaient mélangées dans les litières primitives.

*Matière noire soluble du fumier.* — Cette substance, qui forme des stalactites le long du tas de fumier, peut être extraite assez facilement. On procède de la façon suivante : on coupe le fond d'une bonbonne à acide, on la place à l'envers de façon que son goulot soit en bas, puis on la remplit de fumier consommé ; on fait pénétrer dans la masse un gros tube coudé qui communique avec une bouteille de fer ou un ballon dans lequel on porte de l'eau à l'ébullition ; la vapeur d'eau se condense dans le fumier et bientôt il s'écoule un liquide noir, difficile à filtrer sur le papier, mais qu'on peut débarrasser des fragments de paille en le filtrant sur un linge.

La matière est évaporée à sec dans une étuve chaude ; elle est d'un noir brillant, cassante, ayant l'aspect de la houille.

Cette substance brute renferme une très grande quantité de cendres ; les chiffres trouvés oscillent autour de 40 p. 100. Ces cendres sont riches en sel marin, en potasse ; elles renferment souvent des traces de manganèse.

On a déterminé l'azote dans cette matière à plusieurs reprises ; dans un dosage on a trouvé, pour un échantillon contenant 40 p. 100 de cendres, 3,7 d'azote. La matière organique en contenait donc 6,1.

Quand on sature la matière noire dissoute par l'acide chlorhydrique, on obtient une effervescence très vive d'acide carbonique, et il se fait un précipité abondant, qui présente absolument le

même aspect que celui qu'on obtient quand on sature par l'acide chlorhydrique les liqueurs alcalines qui ont servi à l'attaque de la paille normale.

C'est ce précipité qui a été désigné par Thenard sous le nom d'*acide fumique*.

Cette désignation, dans l'esprit de Thenard, et il le dit explicitement, était tout à fait provisoire : il voulait continuer l'étude de cette substance ; d'autres recherches, puis la maladie, l'ont détourné de ce travail et je n'ai pas cru manquer au respect que je dois à la mémoire d'un ami sincère, en reprenant une étude qu'il avait laissée incomplète.

L'effervescence très vive d'acide carbonique produite dans la matière noire du fumier par l'action des acides montre déjà que le nom d'acide fumique ne doit pas faire illusion et que la matière noire est bien plutôt un mélange d'un carbonate alcalin, tenant en dissolution une substance insoluble dans l'eau pure, qu'une combinaison d'un acide organique avec une base.

Il est bien à remarquer, en effet, que les conditions dans lesquelles Thénard avait obtenu la précipitation de l'acide fumique sont précisément celles qui déterminent la décomposition des carbonates alcalins qui lui servent de dissolvants.

Les sels de chaux et d'alumine décomposent les carbonates solubles et entraînent la précipitation de la matière noire.

Quand on fait filtrer au travers de la terre arable le purin, on retient les carbonates et du même coup la matière devenue insoluble.

La précipitation cependant n'est jamais tout à fait complète, il semble qu'il existe en proportions variables, mais toujours très faibles, une matière capable de rester en dissolution, même en présence des sels de chaux, même aussi en présence des acides.

Si en effet, après avoir analysé le produit obtenu par la dissolution de la matière soluble du fumier, et y avoir déterminé l'azote, on la redissout, puis qu'on la précipite par l'acide chlorhydrique, qu'on sèche enfin le précipité obtenu et qu'on y détermine l'azote, on trouve généralement un chiffre plus faible que celui qu'on aurait calculé par le dosage exécuté sur la matière brute ; c'est ainsi que la matière organique qui renfermait 6,1 d'azote a fourni un acide fumique exempt de cendres, dans lequel on a dosé seulement 5 p. 100 d'azote.

Il semble donc que l'acide chlorhydrique ait métamorphosé une partie de la matière azotée ; pour s'assurer que cette action pouvait bien se produire en effet, on a traité cette même matière noire par un grand excès d'acide chlorhydrique, le précipité séché et analysé ne renfermait plus alors que 2,5 d'azote.

Cette première épreuve montrait que l'acide fumique se comportait comme une substance d'une médiocre stabilité ou comme un mélange renfermant une de ces substances amidées, partiellement décomposables par les acides, dont M. Berthelot signalait récemment la présence dans la terre arable.

Il était donc intéressant de chercher si on réussirait à séparer plus ou moins complètement la matière azotée, ou si, par des dissolutions et des précipitations successives, on arriverait à trouver un corps présentant une composition définie.

Pour le savoir, j'ai employé la méthode des dissolutions incomplètes imaginées depuis longtemps par M. Chevreul ; il était manifeste, en effet, que si j'avais affaire à une substance unique, je devais trouver à la partie restée insoluble la composition de la matière primitive, tandis que si, au contraire, la substance étudiée était un mélange, il y avait des chances pour que ses éléments constituants n'eussent pas la même solubilité, et que, par suite, on trouvât après l'action du dissolvant une substance plus ou moins azotée que la matière primitive.

De l'acide fumique sec, bien lavé et bien broyé, est mis en contact à 100° avec une dissolution de carbonate de potasse renfermant 1 gramme par litre, dans la proportion de 25 centimètres cubes de liquide pour 1 gramme d'acide fumique ; le ballon est muni d'un tube à reflux pour assurer la condensation de la vapeur d'eau et empêcher que la dissolution alcaline ne change de concentration ; après quelques heures, on filtre, on sèche la matière non dissoute : au lieu de 3,3 d'azote qu'elle contenait primitivement, elle n'en renferme plus que 1,8 ; en continuant les traitements à l'aide du carbonate de potasse, on obtient des résidus de plus en plus pauvres en matières azotées, ne renfermant plus que 1,5 et même 1,2 p. 100 d'azote.

Si, au contraire, on sature par l'acide chlorhydrique étendu le liquide qui renferme la matière dissoute, on en précipite une substance beaucoup plus riche en azote que l'acide fumique primitif et renfermant 10 p. 100 d'azote. Il est manifeste que la matière

azotée s'est trouvée être plus soluble dans le carbonate de potasse que ne l'était la matière carbonée.

Dans une seconde opération, on a employé de l'acide fumique renfermant 4,9 p. 100 d'azote : 5 grammes de cet acide ont été attaqués en tube scellé à 100°, par une dissolution renfermant 0gr,200 de carbonate de potasse pour 100 centimètres cubes d'eau ; le résidu non dissous, séché, a présenté un poids de 3gr,904, mais il ne renfermait plus que 3,2 d'azote.

3 grammes de ce résidu, attaqués de nouveau par une dissolution présentant le même degré de concentration, ont laissé un résidu insoluble de 2,409 qui ne contenait plus que 2 p. 100 d'azote. Enfin 1gr,5 de ce dernier résidu, attaqué encore une fois, a présenté après l'action du carbonate de potasse étendu un poids de 1gr,257, ne renfermant plus que 1,7 p. 100 d'azote.

Ainsi la matière azotée a été dissoute par le carbonate de potasse en dissolution étendue, en beaucoup plus grande raison que la matière non carbonée ; la dissolution alcaline était si faible qu'on ne peut supposer que la matière albuminoïde ait été détruite au moins complètement ; il est bien évident au reste que si elle avait été décomposée et non détruite, on n'aurait pu précipiter par l'acide chlorhydrique une substance beaucoup plus riche en azote que la matière primitive.

Il est certain cependant que pendant ces actions une partie de la matière azotée se détruit, les ballons répandant une odeur très nette de méthylamine.

Cette première série d'expériences conduisait à cette idée que l'acide fumique n'est pas une matière définie, mais un mélange d'au moins deux substances différentes, une matière azotée et une substance non azotée dont il fallait dévoiler l'origine.

Les réactifs alcalins étant très indiqués pour essayer d'isoler la matière non carbonée, j'ai maintenu à l'ébullition pendant plusieurs jours de la matière noire du fumier avec une dissolution de potasse caustique.

La matière sur laquelle on opérait renfermait 4,23 d'azote ; après l'ébullition avec la potasse, la matière précipitée par l'acide chlorhydrique n'en contenait plus que 2,25, c'est-à-dire la moitié.

Dans une autre expérience où l'on a recueilli dans l'acide sulfurique titré les vapeurs qui s'échappaient, ce que le serpentin renversé de M. Schlœsing permet de faire aisément, on a recueilli de 1 gramme

de matière, renfermant à l'origine $0^{gr},037$ d'azote, $0^{gr},016$ d'azote à l'état d'ammoniaque, c'est-à-dire environ la moitié de l'azote primitif; la matière non décomposée a été précipitée par l'acide chlorhydrique : on y a dosé $0^{gr},019$ d azote. Ainsi, sous l'influence de la potasse, la matière azotée du fumier soluble dans les alcalis se comporte comme le ferait une amide de l'ordre de l'asparagine.

J'ai essayé d'enlever le reste de l'azote contenu dans cette matière en l'attaquant par la potasse fondue au creuset d'argent; je n'y ai pas réussi complètement. Ainsi la matière entraînée du tas de fumier, par la vapeur d'eau qui s'y condense, n'est pas entièrement décomposable dans les alcalis; une partie de la matière azotée qu'elle renferme présente une extrême stabilité, et on conçoit que lorsque dans les analyses immédiates du fumier, on procède à de simples lavages à l'eau froide, on retrouve dans les menues pailles une quantité d'azote considérable appartenant à ces matières peu attaquables et médiocrement solubles.

Le résidu encore soluble dans les alcalis qui avait subi l'attaque par la potasse fondue a été soumis à l'analyse élémentaire; on a trouvé les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Carbone | 65.0 |
| Hydrogène | 6.2 |
| Azote | 1.2 |
| Cendres | 1.0 |
| Oxygène | 26.6 |

Il ne paraît pas douteux que la matière carbonée qui forme la plus grande partie de la matière noire du fumier soit de la vasculose. En effet, M. Urbain m'a communiqué l'analyse d'un produit provenant de l'attaque de la vasculose du bois; il y avait trouvé :

| | |
|---|---|
| Carbone | 65.88 |
| Hydrogène | 4.87 |
| Oxygène | 29.25 |

c'est-à-dire une composition fort analogue à celle que nous donnons plus haut.

Il est donc évident que la matière noire désignée autrefois par Thénard sous le nom d'acide fumique est un mélange de la vasculose attaquable de la paille et de matière azotée.

Quelques autres réactions justifient encore le rapprochement que nous venons de faire.

C'est ainsi que lorsqu'on soumet la matière noire du fumier à l'action de l'acide azotique, on obtient d'abord un produit rouge qui paraît dériver de la matière azotée, car il est également fourni par la vasculose impure mélangée de matière azotée qu'on obtient de la paille, et encore produit par plusieurs autres matières organiques azotées; en outre, quand on poursuit l'attaque et qu'on concentre les liqueurs, on finit par obtenir de l'acide oxalique, comme on en obtient avec les dérivés de la vasculose; ainsi l'acide azotique donnerait donc encore deux dérivés différents : l'un provenant de la matière azotée, l'autre, de la vasculose, ce qui confirmerait l'idée que la matière noire de la paille est formée de leur mélange.

Si on admet que la matière azotée renferme 6 d'azote, on pourrait représenter approximativement la composition de la matière noire du fumier de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Matières azotées | 24 |
| Vasculose | 36 |
| Cendres | 40 |

L'origine de la vasculose est aisée à comprendre : il est fatal que la paille soumise dans le tas de fumier à l'action prolongée des carbonates alcalins agissant à une température de 50 à 60° leur abandonne de la vasculose attaquable, comme elle le fait dans le laboratoire; si on se rappelle, en outre, que l'analyse des menues pailles montre qu'elles renferment beaucoup moins de vasculose attaquable que la paille normale, on arrive à cette conviction qu'on retrouve en dissolution dans le purin, ou figée sur les parois du tas, la vasculose enlevée à la paille.

Cette origine de la vasculose étant établie, il nous reste à rechercher celle de la matière azotée.

### V. — Origine de la matière azotée du fumier.

Ainsi qu'on l'a vu dans le résumé historique placé en tête de ce mémoire, Thenard avait espéré éclairer la formation de la matière organique azotée du fumier en étudiant l'action qu'exerce l'ammoniaque sur la glycose.

Il avait obtenu ainsi un composé remarquable qu'il a désigné

sous le nom de glycose azotée et qui lui paraissait être l'origine de la matière azotée du fumier.

Si intéressante que soit l'expérience de Thenard, que j'ai répétée bien souvent, elle ne me paraît n'avoir que des attaches fort lointaines avec ce qui se passe dans la fabrication du fumier; en effet, la paille ne renferme que de très faibles quantités de glycose ou d'amidon, qui doivent disparaître pendant la fermentation aérobie du fumier, car, mises en fermentations anaérobies en flacon avec les ferments du fumier, ces matières donnent de l'hydrogène et, ainsi qu'il a été dit, jamais on ne trouve ce gaz dans l'atmosphère confinée du fumier.

L'expérience de Thenard ne peut donc pas nous servir de guide, et il convient de reprendre la question d'une façon complète, en cherchant à quel état se trouveraient l'azote et l'ammoniaque dans le fumier et dans le purin.

Nous avons résumé dans le tableau suivant quelques-uns des dosages effectués soit sur le purin contenu dans la fosse de Grignon, soit sur le liquide s'égouttant du tas, qui est beaucoup plus chargé de matières organiques.

On a évaporé à sec une partie du liquide, et la matière sèche a servi à doser les cendres et l'azote organique; le dosage de l'azote ammoniacal a eu lieu sur le liquide même, d'abord à l'état normal, puis additionné de magnésie.

*Analyses de purin. Un litre renferme :*

| | | | N° 1. | N° 2. | N° 3. | N° 4[1]. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| Matière sèche | | | 43.04 | 20.13 | » | » |
| Azote. | ammoniacal. | à l'état de carbonate | 1.204 | 1.00 | 1.13 | 8.584 |
| | | à l'état de sel fixe | | 0.02 | 0.04 | 2.80 |
| | organique | | 0.276 | 0.416 | » | 0.26 |
| Matières minérales | | | » | 10.6 | » | 33.5 |

On voit que la composition du purin est assez variable, mais que sa richesse en azote n'est pas aussi grande qu'on se l'imagine d'ordinaire : il renferme en moyenne par litre un peu plus de 1 gramme d'azote ammoniacal et beaucoup moins d'azote organique.

Il est à remarquer que presque tout l'azote ammoniacal se trouve à l'état de carbonate d'ammoniaque et que l'addition de la magnésie ne sépare que de très faibles quantités d'ammoniaque unie à des

1. Liquide s'égoutant du tas de fumier.

acides fixes; on en doit conclure que pendant la fabrication du fumier les carbonates alcalins dissolvent surtout des matières neutres incapables de déplacer l'acide carbonique.

C'est là une nouvelle preuve que la fermentation butyrique, si facile à observer dans des flacons où l'on place du fumier sans l'additionner d'une quantité convenable d'alcalis[1], ne se produit pas dans le fumier en place.

Le fumier lui-même renferme au reste une certaine quantité d'ammoniaque : 100 grammes de fumier normal, placés dans un ballon et soumis à la distillation en faisant passer la vapeur dans le serpentin ascendant de M. Schlœsing, ont donné $0^{gr},045$ d'azote ammoniacal.

En ajoutant ensuite de la magnésie, on a encore obtenu dans une seconde distillation $0^{gr},015$ d'azote ammoniacal; on aurait donc par kilogramme $0^{gr},060$ d'azote ammoniacal.

On a desséché 10 grammes de ce même fumier, ils ont fourni $2^{gr},855$ de matière sèche dans lesquels on a trouvé $0^{gr},066$ d'azote; on trouverait donc dans 1 kilogramme de ce fumier $6^{gr},6$ d'azote. On peut estimer que pendant le dessiccation les $0^{gr},045$ d'azote ammoniacal, susceptible de se volatiliser sans addition, se sont dissipés de telle sorte que cet échantillon de fumier contiendrait $7^{gr},05$ d'azote, total par kilogramme.

Ces chiffres se rapportent à un fumier un peu sec, qui ne renfermait que 71 p. 100 d'eau; ils sont plus forts que ceux qu'on a trouvés pour du fumier pris à la partie supérieure du tas; cet échantillon renfermait 78,1 p. 100 d'eau et seulement 21,9 de matière sèche.

On y a dosé par kilogramme : $0^{gr},3$ d'azote, à l'état de carbonate d'ammoniaque; à l'état de sel ammoniacal, $0^{gr},1$, et à l'état d'azote organique, $3^{gr},7$.

Ces chiffres sont assez divergents pour montrer que pour pénétrer les métamorphoses que subit la matière azotée, les observations portant sur le fumier en place sont insuffisantes; les analyses démontrent seulement qu'une partie de l'azote contenu dans le fumier s'y trouve encore à l'état de carbonate d'ammoniaque, mais qu'une partie s'y rencontre à l'état d'azote organique.

La matière organique azotée qu'on trouve dans les produits solubles dans l'eau, ou dans les menues pailles, a plusieurs origines :

1. *Ann. agron.*, t. X, p. 385.

elle est formée en partie des albuminoïdes de la paille, des produits de la digestion des animaux; mais, en outre, elle provient de la transformation d'une partie de l'ammoniaque dérivant de l'urée.

C'est ce qu'a établi avec une grande netteté M. Joulie, en procédant à la détermination de l'état dans lequel se trouvait l'azote dans les matières employées à la fabrication du fumier, au début et à la fin des opérations; il a trouvé que sur 100 parties d'azote ammoniacal introduit, 24,82 dans un cas, 44,54 dans un autre, avaient été métamorphosées en azote organique[1].

Comment a lieu cette transformation?

Peut-on combiner directement par action chimique l'ammoniaque à la paille?

Ou bien cette transformation a-t-elle lieu seulement pendant les fermentations?

Telle est la question qu'il fallait résoudre.

On a d'abord voulu imiter ce qui a lieu pendant le séjour de la paille sur le plate-forme, où elle est soumise à l'action des carbonates alcalins, et on a maintenu de la paille coupée en menus fragments au contact du carbonate de potasse et du carbonate d'ammoniaque.

On a employé 5 grammes de paille qui ont été maintenus au contact d'une dissolution de carbonate de potasse à 5 p. 100, jusqu'à ce que les liquides cessassent de se colorer. Le résidu a été lavé à l'eau bouillante et tout le liquide saturé par l'acide chlorhydrique; on a recueilli le précipité, on l'a lavé, séché et pesé; enfin, on a dosé l'azote dans les deux échantillons; on trouve ainsi :

*Attaque de 100 gr. de paille par le carbonate de potasse.*

| | Gr. | | P. 100 d'azote. |
|---|---|---|---|
| Résidu sec | 55.1 | renfermant | 0.4 |
| Précipité par l'acide chlorhydrique | 6.6 | — | 1.7 |
| La quantité d'azote est donc | | $\frac{55.1 \times 0.4}{100} =$ | 0.210 |
| | | $\frac{6.6 \times 1.7}{100} =$ | 0.117 |
| | | | 0.327 |

La paille renfermait 0,44 p. 100 d'azote. On voit qu'une partie de l'azote n'a pas été retrouvée.

1. *Ann. agron.*, t. X, p. 297.

On a opéré de même avec du carbonate d'ammoniaque; la paille était placée dans un appareil à reflux.

La paille, après l'attaque, a été bien lavée, séchée et pesée, puis les liquides ont été saturés par l'acide chlorhydrique; le résidu a été séché et pesé, enfin, on a dosé l'azote dans la paille et le précipité; on a ainsi obtenu les résultats suivants :

*Attaque de 100 gr. de paille par le carbonate d'ammoniaque.*

| | Gr. | | P. 100 d'azote. |
|---|---|---|---|
| Résidu sec............ | 75.1 | renfermant........... | 0.47 |
| Précipité par l'acide chlorhydrique........... | 4.0 | — ............ | 3.0 |

La quantité d'azote est donc.......... $\frac{75.1 \times 0.47}{100} = 0.353$

$$\frac{4.0. \times 3.0}{100} = 0.120$$

$$0.473$$

La quantité d'azote retrouvée est donc un peu plus forte que celle qui préexistait dans la paille, et la différence constatée dans ces deux opérations pourrait faire croire à une combinaison de l'ammoniaque avec la paille.

Toutefois, avant d'admettre cette manière de voir, il importait de savoir si on se trouvait devant une véritable union de l'ammoniaque avec les principes de la paille, ou bien si le précipité gélatineux de vasculose avait simplement retenu de l'ammoniaque assez énergiquement pour ne pas l'abandonner aux lavages.

On a donc exécuté un autre essai, qui a été conduit de la façon suivante : 10 grammes de paille normale correspondant à 8$^{gr}$,30 de paille sèche, ont été maintenus à l'ébullition avec 2 grammes de carbonate d'ammoniaque; on a filtré le précipité obtenu par l'acide chlorhydrique, puis on l'a maintenu à l'ébullition avec 0$^{gr}$,5 de magnésie; on a enfin desséché au bain marie pesé, et calciné avec la chaux sodée.

On espérait par cette ébullition du précipité chlorhydrique avec la magnésie séparer l'ammoniaque qui, retenue par la vasculose précipitée, pouvait avoir produit dans l'expérience précédente le petit excès d'azote constaté.

Le résidu pailleux a été soumis de nouveau à l'action du carbonate d'ammoniaque et cela à six reprises différentes, et chaque fois

on a procédé à la précipitation de la matière dissoute, à l'aide de l'acide chlorhydrique et à l'ébullition avec la magnésie.

Les nombres trouvés ont été réunis dans le tableau suivant :

*Attaque de 8 grammes de paille sèche*
*par 2 grammes de carbonate d'ammoniaque employés successivement.*

| | Matière dissoute puis précipitée, déduction faite de $0^{gr},5$ de magnésie. | | Azote contenu dans le produit sec. |
|---|---|---|---|
| Première attaque | 0.95 | | 0.0132 |
| Deuxième attaque | 0.52 | | 0.0087 |
| Troisième attaque | 0.31 | | 0.0044 |
| Quatrième attaque | 0.11 | | 0.0029 |
| Cinquième attaque | 0.10 | | 0.0028 |
| Sixième attaque | 0.10 | | 0.0020 |
| Matière dissoute | 2.09 | contenant azote | 0.0340 |

Le résidu pailleux, restant après ces six attaques dans lesquelles la vasculose ne se transforme que lentement en produits solubles, pesait après dessiccation $6^{gr},6$; on voit que dans les traitements successifs, on a perdu 8,8 — (6,6 + 2,09) = 0,11, quantité beaucoup plus faible que celle qui reste en dissolution après traitement par les alcalis fixes. Cette paille résidu renfermait encore $0^{gr},0035$ d'azote; la quantité totale obtenue est donc 0,0035 + 0,034 = 0,0375; or le dosage avait donné pour le poids de paille employé $0^{gr},034$; il y a donc azote en excès $0^{gr},0035$, ce qui est dans les limites d'erreur que comportent ces dosages, et je crois qu'on peut déduire de cette expérience, qu'ainsi qu'il a été dit plus haut, l'ammoniaque ne se combine directement à la paille qu'en très faibles quantités.

Il en est autrement quand on met la paille en fermentation : on a exécuté deux séries d'essais dans lesquelles la paille a été mise en fermentation aérobie et en fermentation anaérobie. Nous donnerons le détail de ces opérations.

*Fermentation aérobie.* — On a introduit dans un flacon 10 grammes de paille normale pesant sèche : $8^{gr},925$ et en outre 100 centimètres cubes d'une dissolution de carbonate de potasse, de carbonate et de phosphate d'ammoniaque renfermant $0^{gr},195$ d'azote ammoniacal; la paille contenait $0^{gr},053$ d'azote organique, de telle sorte que le poids total d'azote introduit était de $0^{gr},248$.

On a ensemencé avec quelques gouttes de liquide provenant de la trituration sous l'eau du fumier en pleine fermentation.

Le flacon était lentement parcouru par un courant d'air, déterminé par une trompe à mercure ; l'air, après avoir traversé le liquide en fermentation, passait dans 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré avant d'arriver à la trompe. Tout l'appareil était maintenu à 40° environ dans une étuve Pasteur; l'expérience a duré un mois ; on y mit fin en saturant les carbonates avec de l'acide oxalique pour ne pas perdre d'ammoniaque. En saturant l'acide sulfurique, qui a été traversé pendant toute la durée de l'opération par le courant d'air qui avait passé dans le flacon, on a trouvé 0$^{gr}$,003 d'azote. La matière sèche renferme : azote total 0$^{gr}$,153.

On détermine par la magnésie l'azote ammoniacal ; on en tronve d'après deux dosages concordants : 0$^{gr}$,065.

En résumé l'expérience conduit aux résultats suivants :

| | Au commencement. | | A la fin. |
|---|---|---|---|
| | Gr. | | Gr. |
| Azote organique......... | 0.053 | Azote organique......... | 0.085 |
| Azote ammoniacal....... | 0.195 | Azote ammoniacal....... | 0.065<br>0.003 |
| Azote total.............. | 0.248 | Azote total............. | 0.153 |
| Azote perdu............. | 0.248 — 0.153 = 0.095 | | |

Ainsi sur 0$^{gr}$,248 d'azote total il en a disparu 0,095 ou 38,2 p. 100. Chiffre analogue à celui qu'a trouvé M. Joulie dans le Mémoire auquel nous avons fait allusion plus haut.

Il est bien à remarquer que sur les 0,095 d'azote disparu, il ne s'en est pas dissipé une trace à l'état d'ammoniaque; l'ammoniaque recueillie par l'acide sulfurique contenait seulement 0$^{gr}$,003 d'azote et comme le courant d'air passait très lentement, beaucoup moins vite que les gaz qui se dégagent dans un dosage d'azote ordinaire, on peut être certain que de l'ammoniaque n'a pas été perdue et que par suite l'azote non retrouvé s'est échappé sous forme d'azote gazeux.

Le point essentiel est la transformation de l'azote ammoniacal en azote organique : à l'origine, il y avait 0$^{gr}$,053 d'azote organique, à la fin 0$^{gr}$,085; c'est-à-dire que 100 d'azote organique sont devenus 160. Cette transformation n'a porté au reste que sur une faible portion de l'azote ammoniacal, en effet : 0$^{gr}$,195 d'azote ammoniacal

n'ont fourni que 0,085 — 0,053 = 0,032 d'azote organique, ou seulement 16,4 p. 100.

*Fermentation anaérobie.* — On a placé dans un flacon 10 grammes de paille semblable à celle de l'expérience précédente, 100 centimètres cubes du mélange de carbonate de potasse, de carbonate et de phosphate d'ammoniaque ; on a ensemencé avec quelques gouttes de liquide provenant de la trituration sous l'eau d'un fumier en fermentation.

Le flacon est muni d'un bouchon percé d'un tube qui est lié par un caoutchouc avec des boules renfermant 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré, le gaz qui se dégage est recueilli sur l'eau.

On met fin à l'expérience après un mois; la matière contenue dans le flacon est alcaline, odeur nette de fumier; au microscope, bactéries actives, quelques-unes portent des spores, beaucoup des spores libres.

On sature le contenu du flacon avec de l'acide oxalique; on trouve dans la matière restante $0^{gr},192$ d'azote total (deux dosages concordants) renfermant $0^{gr},082$ d'azote ammoniacal, auquel il faut ajouter $0^{gr},002$ d'azote retenu dans l'acide sulfurique.

Ces chiffres permettent donc d'établir le compte de l'azote comme suit :

| | Au commencement. | A la fin. | | Différence. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Gr. |
| Azote organique..... | 0.053 | 0.108 | + | 0.055 |
| Azote ammoniacal... | 0.197 | 0.084 | — | 0.113 |
| Azote total...... | 0.250 | 0.192 | — | 0.048 |

Ainsi dans cette expérience on trouve que 100 parties d'azote organique employé au commencement sont devenues 203; c'est-à-dire que la quantité a doublé; on trouve en outre que sur 100 parties d'azote ammoniacal : 27,9 sont devenues de l'azote organique; enfin sur 100 d'azote primitif 19,2 ont été perdues. Les transformations ont été bien plus complètes et la perte bien moindre que dans l'opération exécutée au contact de l'air.

Pendant cette fermentation, on a recueilli 593 centimètres cubes de gaz non absorbable par la potasse; on a soumis à l'analyse eudiométrique le gaz recueilli à la fin de l'opération, on a obtenu les résultats suivants :

| | Centimètres cubes. |
|---|---|
| Gaz dans l'eudiomètre | 1.8 |
| Gaz avec oxygène | 6.5 |
| Gaz après détonation | 3.2 |
| Gaz disparu | 3.3 |
| Gaz après potasse | 1.6 |
| Acide carbonique | 1.6 |

Pour la contraction $3^{cc},3$, le formène exigerait 1,65 d'acide carbonique, c'est-à-dire sensiblement le chiffre trouvé. Il est à remarquer que le gaz obtenu renferme $0^{cc},2$ d'azote; or, le gaz analysé a été recueilli à la fin de l'opération quand l'air était certainement éliminé; on peut donc trouver dans cette analyse une nouvelle preuve du dégagement de l'azote à l'état libre.

Cette expérience démontre donc que pendant la fermentation anaérobie :

1° Une partie de l'azote ammoniacal se métamorphose en azote organique;

2° Une partie de l'azote disparaît à l'état gazeux.

Ces résultats sont tout à fait d'accord avec ceux qui ont été observés par M. Joulie d'une part et par M. Reiset de l'autre : en effet dans le mémoire publié ici même, M. Joulie a chiffré les pertes d'azote, et dans les analyses de gaz extraits de fumier en fermentation, M. Reiset a constaté la présence d'azote gazeux. Or si l'expérience citée plus haut ne permet pas de trouver la quantité d'azote dégagé, car à l'origine des essais, celui qu'on recueille peut provenir de l'air emmagasiné dans la paille, la présence de 11 centièmes d'azote dans le gaz recueilli à la fin d'une fermentation qui avait duré un mois, et qui avait fourni plus d'un litre de gaz, ne permet pas de douter de l'émission d'azote provenant de la matière azotée détruite, pendant la fermentation.

Si nous laissons de côté les pertes d'azote pour nous attacher à la transformation de l'azote ammoniacal, à l'état d'azote organique, nous voyons que cette transformation, si faible quand la paille est simplement maintenue au contact de l'ammoniaque, devient au contraire très manifeste pendant les fermentations. Il convient donc d'attribuer à l'activité vitale des bactéries du fumier la transformation de l'ammoniaque en matière organique azotée et nous sommes conduits par conséquent à distinguer dans le fumier deux actions inverses : tandis que le ferment ammoniacal de M. Van

Tieghem réduit l'urée en carbonate d'ammoniaque, le ferment forménique s'empare de cette ammoniaque pour la transformer en matière organique.

Des transformations analogues ont été observées souvent dans l'histoire des ferments. M. Pasteur, notamment, a reconnu que pendant la fermentation alcoolique l'ammoniaque introduite était amenée à l'état de matière organique dont une partie insoluble constituait les tissus mêmes de la levure, tandis qu'une autre partie passait à l'état soluble.

Nous trouvons de même dans le fumier, que la matière organique est en partie soluble, au moins dans les alcalis, tandis qu'une autre résiste et se retrouve dans les menues pailles.

Il y aurait lieu de chercher à caractériser ces matières organiques azotées. Cette étude n'a pas encore été entreprise. Si incomplète que soit cette partie de notre travail, elle conduit cependant déjà à un résultat pratique important ainsi qu'on le verra dans le paragraphe suivant.

### VI. — Des pertes d'azote pendant la fabrication du fumier.

Nos recherches n'ont pas été dirigées spécialement vers la solution de la question posée en tête de ce paragraphe; cependant nous croyons pouvoir tirer des faits exposés au cours de ce mémoire quelques conclusions intéressantes au point de vue de la pratique agricole.

On remarquera d'abord que dans les expériences où l'on a recueilli l'ammoniaque entraînée par un courant d'air ou par les gaz de la fermentation, les quantités trouvées dans l'acide sulfurique ont été très faibles; je pense que la cause de ces pertes minimes doit être attribuée à l'extrême solubilité de l'ammoniaque dans l'eau; il me paraît évident que si les pertes d'azote ammoniacal sont signalées souvent et exercent une influence fâcheuse, il faut surtout les attribuer à ce que le fumier est habituellement trop sec; en l'arrosant fréquemment on a chance de retenir l'ammoniaque et je pense que ces arrosages fréquents sont tout à fait suffisants pour empêcher l'ammoniaque de se dégager, sans qu'il soit nécessaire, comme on le propose souvent, d'ajouter au fumier des sulfates ou de saturer le purin par des acides comme on le proposait encore tout récemment, dans un ouvrage destiné aux

praticiens, dans le but de métamorphoser le carbonate d'ammoniaque volatil en un produit fixe.

Il faut bien remarquer, en effet, que si on détruit l'alcalinité du purin en transformant les carbonates qu'il renferme en sulfates ou en chlorures, on renonce par cela même à la fabrication du fumier, puisque les deux actions principales qui déterminent les transformations cherchées ne s'accomplissent que dans des milieux alcalins. C'est parce que les pailles sont imprégnées de carbonate de potasse et d'ammoniaque que le ferment forménique peut entrer en jeu, détruire la cellulose et faire passer l'azote ammoniacal à l'état d'azote organique; c'est encore à l'aide de ces carbonates que la vasculose et les matières azotées sont dissoutes.

Il est donc absolument nécessaire de proscrire de la fabrication toutes les matières susceptibles de décomposer les carbonates alcalins; je répète en outre que le carbonate d'ammoniaque étant extrêmement soluble, les arrosages fréquents sont suffisants pour empêcher les déperditions d'azote à l'état d'ammoniaque.

La question, toutefois, est fort complexe : il résulte des expériences précédentes que la déperdition de l'azote à l'état libre pendant la fabrication du fumier est bien autrement à craindre que la perte à l'état de carbonate d'ammoniaque; or ces mêmes expériences montrent que les pertes d'azote libre ont surtout lieu pendant la fermentation, il m'a paru en outre qu'elles étaient plus fortes quand cette fermentation a lieu au contact de l'air; or nous avons vu que les arrosages du fumier, en dissolvant l'acide carbonique qui forme une partie de l'atmosphère interne, favorisent l'accès de l'air, déterminent une recrudescence de fermentation aérobie et l'élévation de la température; il est donc possible que les arrosages diminuent d'une part les pertes d'ammoniaque, mais augmentent de l'autre celles d'azote libre, de telle sorte qu'*a priori* et à ce point de vue spécial : pertes d'azote, leurs avantages peuvent être compensés par quelques pertes; il y a là une étude spéciale à faire, je ne l'ai pas entreprise, mais elle mériterait d'être exécutée, il serait fort utile de savoir dans quelles proportions les arrosages doivent être employés.

### VII. — Résumé et conclusion.

En résumé nous pouvons aujourd'hui formuler en quelques mots la fabrication du fumier.

Les litières imprégnées des déjections des animaux mises sur la plate-forme subissent les actions suivantes :

1° Dissolution de la vasculose et d'une forte fraction de la matière azotée par les carbonates alcalins; cette matière dissoute se fige partiellement en stalactites noires sur les parois du tas de fumier, elle imprègne le fumier, constitue la matière colorante du purin ;

2° Destruction d'une grande partie de la cellulose des litières par fermentation avec dégagement de formène et d'acide carbonique ; le résidu insoluble qui persiste après la perte d'une partie de la matière azotée, de la vasculose et de la cellulose, est formé de vasculose insoluble dans tous les réactifs agissant à la température ordinaire; c'est ce résidu riche en vasculose partiellement transformé par perte d'eau qui est souvent désigné sous le nom de *beurre noir* ;

3° Transformation de l'ammoniaque provenant de la fermentation de l'urée en matières organiques azotées, en grande partie solubles dans les liquides alcalins, transformation qui se produit seulement par l'activité vitale des ferments ;

4° Pendant cette fermentation, une partie de l'azote disparaît sans doute à l'état libre, car lorsque le fumier est suffisamment humide, la perte d'ammoniaque est très faible.

Telles sont, croyons nous, les réactions principales qui se passent pendant la fabrication du fumier, telle qu'elle est pratiquée à l'École de Grignon.

Cette fabrication purement empirique est-elle bien conduite ? Nous ne pouvons rien affirmer sur ce sujet. Nous savons seulement que le fumier de Grignon présente une remarquable efficacité et qu'il paraît bien approprié aux terres du domaine; pour aller plus loin et savoir s'il convient de modifier cette fabrication, il faut étudier l'influence qu'exerce dans le sol chacun des éléments qui composent ce fumier.

Est-il avantageux de pousser le plus loin possible la transformation de l'ammoniaque en matière organique ? d'empâter, en quelque sorte, cette matière azotée dans une quantité plus ou moins forte de vasculose ? Est-il avantageux de favoriser par une fermentation longtemps prolongée l'altération de la vasculose inattaquable par déshydration, pour la rapprocher de plus en plus des composés ulmiques ? Cette vasculose métamorphosée peu à peu sert-elle seulement d'aliments aux ferments du sol ou n'est-elle que la

matière première de l'acide carbonique nécessaire à la dissolution des matières minérales; est-elle au contraire, après des transformations plus ou moins profondes, susceptible de servir directement d'aliments aux végétaux? Ces questions ne sont pas encore résolues, mais elles sont à l'étude et j'espère que le très prochain mémoire dans lequel j'étudierai de nouveau la formation des nitrates dans la terre arable aux dépens de diverses matières azotées me permettra de donner aux praticiens quelques nouveaux conseils sur la fabrication du fumier.

---

## REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

### Physiologie végétale.

**Nouvelles recherches sur le rôle physiologique du tanin**, par M WESTERMAIER[1]. — Ce travail est la continuation d'un mémoire précédent déjà publié par l'auteur sur le même sujet.

1° En se servant, comme réactif, du bichromate de potasse, l'auteur a examiné successivement les feuilles poussées à l'ombre et au soleil, les rameaux développés à la lumière et à l'obscurité. Il trouve que l'augmentation de l'éclairage est suivie d'une augmentation de la quantité de tanin et cela aussi bien dans les cellules privées de chlorophylle que dans celles qui en renferment. En revanche les cellules normalement chlorophylliennes, qui par un accident (feuilles panachées ou étiolées) n'en contiennent pas, ne forment pas de tanin.

2° Ce chapitre traite de la migration et de l'utilisation du tanin. Des rameaux de saule ayant été coupés et effeuillés au commencement de juillet, on a vu que les rayons médullaires ne renferment pas de tanin dans l'anneau ligneux la troisième année, qu'ils en contiennent sporadiquement dans quelques cellules dans le bois de deuxième année, et qu'ils sont riches en tanin dans le premier anneau (le plus interne). Ceci constaté, les rameaux ont été placés dans l'eau pour qu'ils formassent des racines : quand elles ont été développées, on a remarqué que, le long du rayon mené de la base d'une racine au centre du rameau, le troisième anneau contenait du tanin, tandis que ce corps était moins abondant qu'auparavant dans l'anneau interne. Il est donc clair que le tanin a subi un déplacement de l'intérieur vers l'extérieur.

Les expériences sur des rameaux annelés de chêne pédonculé ont montré qu'en été le tanin se dirige de haut en bas dans l'écorce et dans la moelle, et que lorsque l'écorce est interrompue, ce courant se dirige vers le bois par les rayons médullaires et se meut ensuite dans le parenchyme ligneux.

1. *Neue Beiträge zur Kenntniss der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzengeweben.* — *Sitzungsb. der K. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, 1887, p. 127 (*Bot. Centralbl.*, t. XXXI, p. 166).

3° Chapitre consacré à la répartition de l'amidon et du tanin dans les pétioles, les limbes et les rhizomes de l'*Alchemilla vulgaris*, dans les feuilles du néflier et du chêne, dans la tige du rosier et du *Drymis*.

4° Le tissu conducteur des matières albuminoïdes, dans le faisceau des Monocotylédones, renferme des cellules riches en tanin et en amidon et qui sont dans le liber l'analogue du parenchyme ligneux[1]. L'auteur désirait voir donner le même nom à ces tissus analogues quelle que soit leur situation morphologique.

Les faisceaux de la feuille de la rhubarbe et de la patience renferment une matière qui bleuit dans l'eau iodoiodurée et brunit avec le bichromate de potasse, observation intéressante que nous pouvons rattacher à ce que nous avons dit récemment à propos d'autres travaux et qui semble indiquer encore une fois une parenté entre le tanin et la matière qu'on a si souvent décrite sous le nom d'amidon soluble[2].

**Sur la continuation de la respiration après la mort**, par M. W. JOHANNSEN[3]. — Se basant sur ses expériences sur l'influence des fortes pressions de l'oxygène sur la respiration, l'auteur rappelle que le dégagement d'acide carbonique de la part d'une plante mourante diminue peu à peu pour cesser totalement au moment même de la mort, mais que l'oxydation recommence peu de temps après. De nouvelles expériences faites sur de jeunes plantules de maïs, d'orge et de pois, tuées peu à peu par des températures de 45-55 degrés, ont donné le même résultat et ont montré en outre que l'oxydation *post mortem* qui commence une à quatre heures après la mort doit être attribuée en partie aux bactéries.

Il serait donc certain que la respiration proprement dite cesse en même temps que la vie, que l'oxydation constatée après soit due à des bactéries ou à un phénomène purement chimique, il paraît évident qu'elle ne mérite pas le nom de respiration. M. Johannsen fait observer avec raison que M. Reinke lui-même, sans relever le fait, constate une différence considérable entre l'oxydation dans la cellule morte et la respiration de la cellule vivante : celle-ci, maintenue à l'abri de l'oxygène, dégage de l'acide carbonique par respiration intra-moléculaire tant qu'il y existe des matériaux fermentescibles, tandis que la cellule morte, placée dans les mêmes conditions, cesse d'émettre de l'acide carbonique et se comporte par conséquent comme tous les corps oxydables ordinaires.

VESQUE.

**Études sur l'acidité du suc cellulaire**, par M. LANGE[4]. — Le lecteur trouvera dans les *Annales agronomiques* des résumés des différents travaux qui ont été publiés dans ces derniers temps sur l'acidité du suc cellulaire et ses relations avec l'assimilation et la respiration. Sans parler de Th. de Saussure

1. Une idée depuis bien longtemps émise déjà par H. Mohl, pour les Dicotylédones.
2. Voyez *Ann. agron.*, t. XII, p. 207 et p. 540.
3. *Ueber Fortdauer der Athmungsoxydation nach dem Tode*, in *Bot. Zeit.*, 1887, p. 762.
4. *Beiträge zur Kenntniss der Acidität des Zellsaftes. Bericht über die Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle*, 1886, in *Bot. Centralbl.*, XXXII, 236.

dont les expériences sur l'assimilation chez les plantes grasses sont en relation évidente avec le sujet, l'auteur nous apprend que la première indication directe se trouve dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de l'année 1848 (t. XXVI, p. 657 et t. XXVII, p. 1). Douze ans après, en 1862, M. Sachs s'occupa de la question dans son travail sur les réactions alcaline et neutre du suc des cellules vivantes. La première indication d'une oscillation diurne chez le *Bryophyllum calycinum* est due à M. Benjamin Heyne, observation que Link a étendue à d'autres plantes. Viennent ensuite les travaux de MM. Ad. Mayer, de Vries, Kraus et O. Warburg, dont il a été question dans les *Annales agronomiques*. Tandis que les trois premiers ne s'occupent du phénomène d'acidification et de désacidification que chez les plantes grasses, M. Warburg a montré que la même périodicité existe également chez les plantes à feuilles coriaces et indique comme la cause de l'acidification la difficulté que l'oxygène éprouve à cheminer dans les tissus. Tout le phénomène pourrait être considéré comme une sorte de respiration incomplète, aboutissant non à la formation d'acide carbonique, mais à celle d'acides moins oxygénés qui s'accumuleraient dans les cellules, pour se détruire en brûlant pendant le jour alors que l'assimilation du carbone tend à saturer les tissus d'oxygène libre.

M. Lange cherche à compléter ces données en se demandant si toutes les plantes ne sont pas dans le même cas, c'est-à-dire si elles ne sont pas toutes plus acides la nuit que le jour, et quelle est l'influence des rayons colorés sur la désacidification.

Inutile d'insister sur la méthode adoptée qui ne diffère pas essentiellement de celle des auteurs antérieurs. La potasse caustique à 1 gramme par litre d'eau a servi à la titration, une faible solution alcoolique de phénolphthaléine a été employée comme indicateur.

On a constaté d'une manière tout à fait générale que le suc cellulaire est plus acide le matin que le jour précédent et qu'il l'est moins le soir que la nuit précédente.

Toutes les plantes présentent donc le double phénomène d'acidification pendant la nuit et de désacidification pendant le jour.

Quant à l'action des rayons colorés, on s'est borné à comparer celle des rayons bleus à celle des rayons rouges, celle de la moitié rouge du spectre à celle de la moitié bleue. Les lumières colorées ont été obtenues à l'aide de cloches doubles (à la Senebier) contenant soit du bichromate de potasse, soit du sulfate de cuivre ammoniacal, ou à l'aide de verres de rubis ou de cobalt.

La désacidification diurne est plus énergique dans la moitié éclairante (rouge) du spectre que dans la moitié bleue, conformément aux travaux de MM. Mayer, Kraus et Warburg et contrairement à ceux de M. de Vries.

VESQUE.

**De l'adaptation des plantes aux animaux**, par M. N. AXEL LUNDSTRÖM[1]. — Indépendamment de l'adaptation réciproque entre les fleurs et les insectes

1. *Pflanzenbiologische Studien. II Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere.* — *Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsala*, Ser. III, in-4, 88 p., 1886. La première partie de ce travail traite de l'adaptation des plantes à la pluie et à la rosée.

et qui, au point de vue de la plante, a pour résultat le transport du pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur, il existe un grand nombre de productions spéciales, les galles, par exemple, qui sont en relation avec une autre série d'adaptations. L'hôte, animal ou plus rarement plante, trouve sur le végétal logis et souvent nourriture. Celui-ci peut dans certains cas tirer quelque avantage de la présence et du travail de l'hôte : il y a en un mot symbiose.

M. Lundström classe de la manière suivante les productions symbiotiques observées sur les plantes :

I. *Cécidies* (symbiose antagoniste) :

*a*. Zoocécidies (occupées par des animaux);

*b*. Phytocécidies (occupées par des végétaux, et appelées mycocécidies ou phycocécidies selon qu'il s'agit de champignons ou d'algues).

II. *Domaties* (symbiose mutualiste) :

*a*. Zoodomaties (myrmécodomaties, habitées par des fourmis, acarodomaties, par des acares, etc.);

*b*. Phytodomaties (mycodomaties ou phycodomaties).

Il s'agit ici en première ligne des *domaties*, mot nouveau qui désigne « les formations produites sur un membre de la plante ou provenant de la transformation d'une partie quelconque et destinées à d'autres organismes qui, liés au végétal par une symbiose mutualiste, y doivent passer une partie importante de leur existence ».

Hâtons-nous de faire comprendre cette définition abstraite par un exemple bien connu.

Lorsqu'on examine la face inférieure d'une feuille de tilleul, on voit dans l'aisselle des nervures, des petits bouquets de poils insérés sur l'arête supérieure des nervures, de manière à laisser entre eux et la surface de la feuille un petit espace triangulaire. La feuille étant dans sa position normale, c'est-à-dire la face inférieure en dessous, cette petite chambre a pour toit le limbe de la feuille, pour plancher les poils et pour parois les nervures saillantes. Cet espace, ouvert du côté du sommet de la feuille, est un *domatie*. Il faut relever, comme particularité anatomique, que l'épiderme des nervures a subi, en ces endroits, une métamorphose caractéristique : les cellules, plus petites qu'à l'ordinaire, ont des parois très délicates et sont recouvertes d'une cuticule mince et plissée. Les domaties sont habités par plusieurs acariens, notamment le *Tydeus foliorum* et le *Gramasus vepallidus*. Lorsqu'au commencement de l'été, les jeunes feuilles ont atteint environ 2 centimètres de longueur, les acariens abandonnent leurs quartiers d'hiver, se rendent sur les feuilles et occupent leurs domiciles d'été, les domaties. Ceux-ci sont encore très petits, faiblement garnis de poils, mais une fois que les acariens s'y sont installés pour y déposer leurs œufs, ils grandissent et développent un plus grand nombre de poils. Les acariens ne quittent guère leur nouvelle demeure durant le jour et pendant les mues; ils y laissent leurs œufs, leurs peaux et leurs excréments. Mais la nuit, ils courent sur le limbe de la feuille, en quête de nourriture, pour rentrer au logis sitôt que leur petit estomac est satisfait. A la chute des feuilles, les poils se recourbent en dehors et en arrière et obligent ainsi les hôtes à déguerpir.

L'auteur décrit et figure des domaties analogues chez un grand nombre de plantes[1]. En raison des différences de structure qu'ils peuvent présenter, il établit les types suivants :

1° Bouquets de poils dans les aisselles des nervures : ex. tilleul, aulne, érable plane, orme, coudrier, *Strychnos Gardneri;*

2° Courbure ou pli formé par le limbe, les dents, les bords de la feuille, etc.; ex. chêne rouvre, *Ceanothus africanus*, *Ilex* sp., *Schinus* sp. ;

3° Fossettes :

*a.* Sans poils; ex. *Coffea*, *Coprosma;*

*b.* Avec poils au bord; ex. *Psychotria daphnoïdes*, *Rudgea lanceolata*, *Rhamnus alaternus*, *R. glandulosa*, etc.;

*c.* Avec poils au fond; ex. *Anacardium;*

4° Cornets; ex. *Elæocarpus oblongus*, *dentatus*, *Lonicera Xylosteum*, *alpigæna*, etc.;

5° Poches; ex. *Eugenia australis.*

Il est clair que ces types doivent être reliés entre eux par des formes intermédiaires.

Un coup d'œil sur l'ensemble de ces observations suffit pour nous convaincre de la prédisposition que possèdent certaines familles naturelles à former de ces acarodomaties. Les Monocotylées et les Gymnospermes n'en ont jamais. Parmi les Dicotylées, les Artocarpées, Dilléniacées, Ménispermées, Salicinées, etc., ainsi que toutes les espèces herbacées en sont également dépourvues.

Les acaradomaties ne sont pas, comme les acarocécidies, des productions anormales. Quoique très sensibles aux influences étrangères, ils ne présentent aucune espèce de déformation; ils se développent, sans l'intervention des animaux, sur des plantes obtenues de bouture ou de graine.

Les relations de mutualité entre les plantes à domaties et les acariens sont évidentes : *a.* Les acariens dévorent une multitude de petits organismes que le vent apporte et dépose sur les feuilles, spores et mycélium de champignons, bactéries, pollen, etc.; *b.* Ils font peut-être disparaître de la même manière des substances excrétées par la plante; *c.* Ils abandonnent à la plante des excréments riches en azote qu'ils ont accumulés dans les domaties; en effet, ces matières, d'abord noires, perdent bientôt leur couleur et finissent par se dissoudre entièrement, de sorte que les domaties, quoique habités depuis longtemps, ne sont jamais remplis d'excréments. L'utilisation de ces matières par les plantes est d'autant plus probable que les cellules du domatie qui ont été en contact avec elles n'ont pas la même coloration que les autres; *d.* L'acide carbonique émis par les acariens peut être utile à la plante. En résumé, les acariens contribuent à la protection, à la propreté et à l'alimentation des

1. Il y a tout lieu de croire que ces domaties ont été observés bien des fois avant le travail de M. Lundström. L'auteur de cette analyse les a décrits chez l'*Olea glandulifera* et chez le caféier en indiquant même qu'ils sont habités par des animaux. Il semble que le nom de *glandulifera* ait été donné à une espèce d'olivier à cause de ces appareils dont l'aspect rappelle vaguement celui de certains nectaires extrafloraux. Voyez Vesque : *Caractères des principales familles gamopétales*, in *Ann. des sc. nat.*, 7e s., t. Ier, p. 268.

feuilles, tandis que celles ci leur accordent le logis et indirectement la nourriture.

Le second chapitre traite de *fruits travestis* et de quelques plantes *myrmécophiles*. Quoique les faits dont nous aurons à nous occuper ne se rattachent guère aux sciences agricoles, ils présentent un tel intérêt général que nous n'hésitons pas à offrir aux lecteurs des *Annales agronomiques* le court extrait qui suit. D'ailleurs la myrmécophilie sur laquelle l'attention a été puissamment appelée par un volumineux et récent travail de M. Delpino pourrait bien jouer son rôle, sinon en agriculture, du moins en horticulture.

*Fruits travestis. Mimétisme.* — Un des plus beaux cas de mimétisme du fruit que nous connaissions nous est offert par une plante extrêmement commune, le souci des champs (*Calendula arvensis*[1], appartenant aux Composées corymbifères). On peut distinguer dans un même capitule trois formes différentes du fruit, adaptées à trois modes différents de dissémination, savoir : 1° Des fruits anémophiles, destinés à être transportés par le vent. Ce sont des achaines un peu courbés, plats, et dont le péricarpe s'étend des deux côtés en forme d'ailes (ces fruits périphériques se détachent de bonne heure et sont emportés au loin par le vent); 2° Des fruits privés d'un appareil de vol, mais pourvus sur le dos de crochets qui s'attachent facilement à la toison des animaux; 3° Plus à l'intérieur enfin et sur le même capitule, des fruits qui simulent absolument les larves roulées sur elles-mêmes de certains microlépidoptères et qui, trompant l'instinct des fourmis ou des oiseaux, sont emportés au loin sans perdre leur faculté germinative.

Quelques espèces du genre *Dimorphotheca*, originaires du Cap, présentent des particularités analogues. Au centre de l'inflorescence les fruits sont plats, assez semblables à ceux du panais, les autres plus à l'extérieur ressemblent à s'y méprendre à des larves de coléoptères, notamment de curculionides; la partie interne du péricarpe est transformée en un noyau dur et bien fait pour résister par exemple au gésier d'un oiseau.

L'auteur rappelle enfin la ressemblance des fruits de certains *Melilotus* avec des Aphides[2].

*Myrmécophilie.* — Un grand nombre de *Melampyrum* portent sur les feuilles et sur les bractées[3] des nectaires punctiformes que les fourmis connaissent et

1. L'auteur semble avoir entre les mains une autre espèce du même genre, dont il ne cite d'ailleurs pas le nom, mais nous nous sommes assuré que les mêmes détails peuvent être observés sur notre espèce commune.

2. Il ne serait pas difficile de multiplier les exemples de mimétisme dans les fruits. La difficulté consisterait plutôt à fixer par l'observation directe le sort de ces fruits trompeurs. On voit que l'auteur n'y a pas réussi, même pour le petit nombre de cas qu'il cite. Mentionnons en passant les gousses de deux espèces de Légumineuses qu'on cultive parfois dans les potagers et dont on « orne » les salades. Ces gousses ressemblent absolument, même de très près, à des chenilles (*Astragalus hamosus*, *Scorpiurus*).

3. Les nectaires en question sont morphologiquement des poils, très répandus sinon constants parmi les Rhinanthées. Nous les avons décrits dans l'ouvrage déjà cité, p. 307. La sécrétion sucrée a été observée pour la première fois par un auteur dont nous regrettons de ne pas nous rappeler le nom, et qui a déjà rendu attentif aux visites des fourmis. Ce travail, du reste très court, a été publié, si nous ne faisons erreur, dans le journal *Flora*.

recherchent. Chez le *M. pratense* le liquide sucré est particulièrement abondant dans le voisinage des fruits. Les fourmis conduites ainsi de proche en proche jusqu'à ces derniers enlèvent les graines et les emportent dans leurs nids où elles les conservent et soignent en même temps que les larves et les cocons. En effet les graines du *Melampyrum* ont la forme, la grandeur, la couleur et le poids (!) des cocons de ces fourmis. Le mimétisme est tellement parfait qu'on trouve du côté de la chalaze une sorte de sac foncé qui simule le sac à excréments des cocons.

Une fois que la graine est enfouie dans le sol, cette espèce de vessie disparaît en même temps que l'enveloppe qui ressemble si bien à celle du cocon. Dès lors toute illusion cesse; les fourmis ne s'en occupent plus et la graine germe tranquillement.

Le peuplier-tremble a deux sortes de feuilles, les unes à pétiole court, presque cylindrique, et pourvues près de la base du limbe de glandes nectarifères ; les autres, à pétiole deux fois plus long et aplati. Les fourmis visitent constamment les premières et les protègent contre les insectes nuisibles. Ce sont des feuilles myrmécophiles. Les autres, constamment agitées par le moindre souffle d'air, n'ont pas besoin de cette protection étrangère ; elles sont anémophiles.

Plusieurs espèces du genre *Vicia* (*sepium*, *sativa*, etc., l'auteur ne cite pas notre fève commune qui est dans le même cas) portent des nectaires de couleur foncée à la face inférieure des stipules, nectaires qui sont visibles pour les insectes venant d'en bas, tels que les fourmis, mais invisibles pour ceux qui viennent d'en haut.

L'auteur pense, avec M. Delpino, que les fourmis attirées par ces organes sécréteurs protègent les plantes contre d'autres insectes. Le *Vicia Cracca* n'a pas ces nectaires. Mais cette plante est habitée par des blattes qui, si elles ne sont pas trop nombreuses, ne nuisent pas sensiblement à son développement. Or les blattes attirent les fourmis et remplacent par conséquent les nectaires : ce sont, pour nous servir de l'expression de l'auteur, des nectaires ambulants.

VESQUE.

**Nouvelle théorie de la fumure, basée sur les périodes dans l'absorption des aliments contenus dans le sol**, par M. G. LIEBSCHER[1]. — Jusqu'à ce jour l'histoire de l'alimentation des plantes reposait en grande partie sur la loi de Liebig : il faut donner au sol les aliments qui s'y trouvent en quantité minima. Il est incontestable que cette doctrine est loin d'expliquer tous les faits observés dans ces derniers temps, de sorte qu'on s'est cru obligé à recourir à diverses hypothèses auxiliaires telles que les suivantes : des plantes différentes n'assimilent pas avec une égale facilité les aliments du sol ; telle plante prend sa nourriture dans le sol, telle autre dans l'engrais. Il semble plus facile de démontrer le contraire de ces hypothèses que de trouver dans tout

1. *Ueber die Bedeutung des zeitlichen Verlaufes der Nährstoffaufnahme der Kulturpflanze. — Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte, Wiesbaden*, 1887, p. 194 (*Centrabl. f. Agrikulturchemie*, XVI, p. 658).

notre bagage physiologique des faits qui puissent les rendre au moins vraisemblables. Tout ce que nous savons des lois de l'osmose, par exemple, nous autorise à nier ce pouvoir spécifique particulier à chaque plante cultivée[1]. Mais les difficultés qui existent encore peuvent être levées d'une autre manière.

Il résulte des nombreuses expériences de culture qu'on a faites jusqu'à présent, que la plante n'absorbe pas d'une manière uniforme un aliment quelconque durant toute sa végétation et que, sous ce rapport, les plantes diffèrent les unes des autres. Ainsi, les céréales d'été absorbent la majeure partie de leur aliment azoté avant la formation de l'épi, c'est-à-dire en un petit nombre de semaines, et se contentent ensuite d'une ration bien faible, tandis que d'autres végétaux absorbent uniformément, et pendant tout l'été, des quantités d'aliments proportionnelles à la matière organique produite.

Rationnellement, on devrait donc donner aux premières un engrais très soluble, aux autres un engrais ou une fumure qui ne leur abandonne les aliments assimilables que peu à peu, au fur et à mesure de leur décomposition. Le fumier de ferme est plus avantageux pour ces plantes que les engrais solubles.

Il ne suffit pas de donner au sol les substances nécessaires au développement des plantes, mais il faut encore les donner au bon moment.

En outre, il est nécessaire de savoir combien la plante exige d'aliments, en d'autres termes, quelle est la grandeur du travail d'assimilation, car nous savons que certaines plantes se contentent d'une légère fumure, tandis que d'autres n'arrivent à leur complet développement que dans un sol riche.

Telles sont les idées qui ont servi de base au travail de M. Liebscher. Cet auteur a réuni un grand nombre de données puisées dans différents ouvrages sur la composition des plantes cultivées à différents états de développement. Il a construit des courbes qui montrent fort nettement qu'à chaque plante correspond une marche particulière de l'absorption.

Il serait à désirer que des recherches en ce sens fussent exécutées en plus grand nombre; on créerait ainsi les fondements d'une bonne théorie des engrais immédiatement applicable en pratique. Il est clair qu'un végétal qui exige une grande quantité d'azote pendant une courte période déterminée de son accroissement, et qui absorbe l'acide phosphorique uniformément durant toute son existence, demandera un traitement différent de celui qu'on doit donner à une plante qui absorbe l'azote peu à peu, et qui exige en un moment donné un accroissement considérable de la ration d'acide phosphorique.

Là serait non la seule, mais l'une des clefs les plus importantes des nombreux problèmes qui restent encore à résoudre. La connaissance de l'absorption temporaire des aliments supprime la plus grande part du merveilleux qui reste attaché au pouvoir si particulier des Légumineuses d'accumuler l'azote.

Les Légumineuses sont en effet des plantes chez lesquelles l'absorption de l'azote se continue pendant toute la végétation, parallèlement à la formation de la matière sèche. Leur maximum de développement, le maximum d'ombrage qu'elles donnent au sol, coïncide avec la température la plus élevée de l'air, par conséquent avec le maximum d'activité de la nitrification et de la fixation

1. Il ne faudrait pas généraliser cette opinion de l'auteur, qui ne saurait être vraie que pour nos plantes cultivées.

de l'azote dans le sol. Si on compare à ces plantes les céréales, par exemple, on trouve des relations tout à fait inverses, et on comprend aisément que des végétaux si différents ne se comportent pas de la même manière, relativement à l'emploi des engrais azotés.

**Les cristaux d'oxalate de chaux dans les grains d'aleurone des graines et leurs fonctions**, par M. TSCHIRCH[1]. — On considère généralement l'oxalate de chaux déposé dans les plantes comme le produit inutile de quelque réaction encore mal connue, et voyant ce sel s'accumuler parfois en quantités considérables, sous des formes cristallines très nettes, ne présentant aucune trace de corrosion, on admet qu'une fois formé dans les tissus, il y reste indéfiniment. Cependant on possède déjà quelques exemples de redissolution de ces cristaux, ainsi que le fait remarquer M. Kny, à propos de la communication dont nous allons rendre compte. MM. de Vries et Sorauer ont vu se redissoudre pendant la maturation les très petits cristaux d'oxalate contenus dans la pomme de terre. M. N.-J.-C. Müller a fait une observation semblable dans l'écorce du pin. M. Frank a montré que les cristaux du bulbe de l'*Orchis majalis* disparaissent pendant la maturation du fruit et M. van der Ploeg a vu se dissoudre ceux de la feuille de la fève dans les mêmes circonstances.

L'auteur vient montrer maintenant que les cristaux d'oxalate de chaux enfermés dans les grains d'aleurone se dissolvent également pendant la germination. Ce corps n'est donc pas toujours une matière excrétée. Les grains d'aleurone du lupin sont surtout recommandables sous ce rapport. Les cristaux y affectent en effet la forme de tablettes montrant très bien la corrosion au commencement de la dissolution. Les cristaux d'oxalate sont peut-être plus répandus dans les grains d'aleurone qu'on ne le croyait jusqu'à présent. Ils sont très petits, assez semblables aux globoïdes quant à leurs propriétés optiques et d'ailleurs très souvent enfermés dans ceux-ci (*Vitis*, *Coriandrum*, etc.). Mais on les découvre facilement à l'aide de l'appareil de polarisation.

Le fait suivant est de nature à bien démontrer que l'oxalate de chaux peut servir de réserve de calcium. Lorsqu'on détache des feuilles de *Begonia* qui, on le sait, sont très riches en oxalate, qu'on les bouture dans du sable et qu'on les transporte ensuite dans une solution nourricière privée de chaux, on voit les cristaux du parenchyme des feuilles se corroder et disparaître.

**Recherches sur la chlorophylle**, par M. J. WOLLHEIM[2]. — Malgré tous les travaux publiés depuis quelques temps sur la chlorophylle, nous ne savons guère qu'une chose : que la chlorophylle se décompose facilement et fournit des spectres d'absorption variés après ces altérations.

L'auteur, qui s'occupe depuis longtemps de cette question, a rigoureusement étudié les spectres des produits de la décomposition, les a comparés au spectre de la chlorophylle de la feuille fraîche, et il recherche à quels phénomènes chimiques il faut attribuer ces variations optiques.

1. *Gesellsch. naturforsch. Freunde*, 19 avril 1887. — *Bot. Centralbl.*, XXXI, p. 223.
2. Notice préliminaire, *Bot. Centralbl.*, XXXII, p. 310.

La solution fraîche dans l'alcool absolu est fluorescente, tandis que la matière colorante de la feuille ne l'est pas. Les bandes d'absorption sont restées les mêmes quant à leur intensité relative, mais elles sont plus étroites et un peu déplacées vers l'extrémité bleue du spectre. L'acide chlorhydrique fumant et l'acide sulfurique donnent des solutions non fluorescentes et présentant exactement la même absorption que la feuille fraîche. Il est donc évident que l'alcool a produit un changement moléculaire dans la matière colorante. Quand on ajoute de l'eau à la solution acide ou des acides faibles à la teinture alcoolique, on obtient un précipité vert-brun soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, et qui donne les deux premières bandes comme la teinture fraîche, la bande III plus faible, la bande IV beaucoup plus forte, et en outre une cinquième bande, située entre $\lambda = 491$ et $\lambda = 509$, qui a déjà été observée dans la feuille fraîche, mais qui paraît appartenir à un autre corps absorbant. Les alcalis, versés sur les feuilles, donnent des solutions fluorescentes dont les bandes d'absorption sont encore plus fortement déplacées vers le bleu, dont la bande III est également plus faible, et IV plus forte qu'avec la teinture. En chauffant doucement cette solution on ramène les bandes à leur intensité, et on fait disparaître la fluorescence, mais le déplacement des bandes persiste.

Quand on dissout le précipité vert-brun (chlorophyllane) dans l'acide chlorhydrique pur, la solution verte (phyllocyanine de M. Frémy) donne de nouveau le spectre de la teinture fraîche. Il faut donc admettre que certains atomes engagés pendant la formation de la chlorophyllane et qui ont causé le renforcement de la bande IV, sont élevés ou substitués sous l'influence de l'acide chlorhydrique. L'eau ajoutée à cette solution donne de nouveau le précipité (acide phyllocyanique), dont la solution alcoolique montra une forte bande IV. Il est indiqué d'admettre ici la combinaison d'un hydroxyle. Le spectre de l'acide phyllocyanique est identique à celui de la chlorophyllane. Le précipité redissous et reprécipité à plusieurs reprises, lavé, et repris par le chloroforme, cristallise. Après plusieurs cristallisations il peut être considéré comme pur. Il ne renferme ni fer ni cendres quelconques. L'analyse a donné :

$$C = 64,40;\ H = 7,3;\ Az = 7,8;\ O = 20,5$$

chiffres qui correspondent à la formule

$$C^{28}\ H^{47}\ Az^{3}\ O^{6}.$$

L'acide phyllocyanique est une combinaison avec un corps gras. La solution ammoniacale étant précipitée par l'acétate de plomb, l'alcool froid extrait du précipité une solution verte dans laquelle l'hydrogène sulfuré précipite du sulfure de plomb et qui renferme le corps rouge brun isolé. La solution alcoolique est fluorescente et donne le spectre de la chlorophyllane; la bande V n'existe plus, ce qui prouve qu'elle appartient à la matière grasse précipitée par le sel de plomb. Cette matière grasse, dont le spectre coïncide avec celui de la xanthophylle, n'est autre chose que de la cholestérine.

Le corps séparé de la matière grasse, et auquel l'auteur donne le nom de phyllorubine, jouit des proprietés d'un alcool. Quand on l'oxyde, il se comporte exactement comme la bilirubine de la bile, devient d'abord vert, puis bleu, violet, rouge et enfin jaune. Quand on oxyde avec précaution, on obtient

l'acide. Le sel de cuivre montre le même déplacement vers le bleu que la chlorophylle alcaline. Ce sel se forme très facilement. C'est lui qui donne aux diverses préparations fabriquées dans des vases de cuivre cette belle coloration vert bleu non fluorescente.

Si on dissout la phyllorubine dans le chloroforme et qu'on y fasse passer un courant de gaz acide chlorhydrique sec, on forme d'abord de la phyllocyanine (dont le spectre, comme nous l'avons dit, est celui de la teinture alcoolique de chlorophylle), puis une matière colorante vert bleu dont le spectre est identique à celui de la feuille fraiche. Ce même corps peut être préparé avec la phyllirubine qu'on traite par d'autres corps avides d'eau, acide sulfurique, acide phosphorique. Il doit être considéré comme un éther et se sépare sous forme de lamelles cristallines d'un éclat métallique, dans la solution chloroformique. Il se comporte exactement comme la chlorophylle vis-à-vis des réactifs. Sa solution dans le chloroforme n'est pas fluorescente, mais le devient quand on ajoute de l'alcool ou de la glycérine en même temps que le spectre se déplace.

**Recherches sur l'influence du vent sur la transpiration des plantes**, par M. J. Wiesner[1]. — Les plantes ont été exposées au courant d'air produit par une soufflerie, ou bien on les a fait tourner plus ou moins vite. La vitesse de l'air a été déterminée à l'aide d'un anémomètre dans le premier cas, d'un compteur de tours dans le second. Les résultats fournis par les deux méthodes ont été d'ailleurs très concordants.

1° Un courant d'air de 3 mètres à la seconde, vitesse moyenne du vent sous le climat de Vienne pendant la période de végétation, exerce une influence très considérable sur la transpiration. Le plus souvent le vent exagère la transpiration, mais il y a des plantes dont la transpiration est au contraire diminuée. Souvent le vent a pour effet de fermer plus ou moins complètement les stomates. Chez le *Saxifraga sarmentosa*, l'occlusion de ces petites bouches se produit au moindre souffle; il est d'autres plantes, telles que *l'Hydrangea Hortensia*, dont les stomates restent au contraire ouverts sous un vent très fort.

2° La transpiration dans l'air calme étant 1, les mouvements de l'air peuvent l'exagérer jusqu'à 20 ou la diminuer jusqu'à 0,65, toutes les autres conditions restant les mêmes.

3° On obtient le maximum d'effet en dirigeant le courant d'air perpendiculairement à la surface de l'organe.

4° Il y a diminution de la transpiration quand, à la suite de l'occlusion des stomates, toute transpiration intercellulaire est supprimée et que la transpiration épidermique est en même temps faible (*Saxifraga sarmentosa*).

**Sur la distribution des cendres dans l'arbre**, par M. Weber[2]. — M. Ph. Zöller et M. Rissmüller ont démontré que les feuilles du hêtre renfer-

1. *Grundversuche üb. d. Einfluss der Luftbewegung auf die Transpiration der Pflanzen.* — *K. Akad. d. Wissensch. in Wien*, 17 novembre 1887. — *Bot. Centralbl.*, XXXII, p. 382.

2. *Ueber die Vertheilung der Aschenbestandtheile im Baumkörper* (*Bot. Centralbl.*, XXXII, 314).

ment, au commencement de la belle saison, surtout de la potasse, de la magnésie et de l'acide phosphorique; au fur et à mesure des progrès de la végétation, la chaux et la silice viennent s'y accumuler pour dominer enfin de beaucoup au moment de la chute des feuilles. L'auteur a eu l'occasion de constater le même fait sur les aiguilles d'épicéa, de sapin et de mélèze, M. Schrœder sur les aiguilles de un, deux ou trois ans de pin : partout les quantités de potasse et d'acide phosphorique augmentent et diminuent en même temps.

On va voir qu'il n'en est pas de même pour la distribution des principes minéraux dans le tronc du hêtre. Un hêtre de cent cinquante ans ayant été abattu, on a prélevé une rondelle de 5 en 5 mètres, et dans chaque rondelle, on a séparé des couches comprenant chacune 30 anneaux ligneux annuels. Chacun de ces échantillons a été cubé, puis on a dosé l'eau et les cendres. Le tableau synoptique qui résume toutes les données de l'analyse montre que dans une zone de même âge la quantité de cendres augmente régulièrement de la base du tronc au sommet. A la partie inférieure du tronc, les cendres augmentent de la périphérie au centre, jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle elles diminuent de nouveau jusqu'à l'axe du tronc. Dans les rondelles prises à un niveau plus élevé, l'augmentation de la périphérie au centre se maintient au contraire dans toute l'épaisseur du bois. L'écorce est incomparablement plus riche en cendres que le bois, fait qui a été observé sur un grand nombre d'autres essences.

Quant à la composition des cendres, voici ce que l'analyse nous apprend : la potasse augmente de l'extérieur à l'intérieur (de 22 à 43 p. 100), tandis que l'acide phosphorique, l'acide sulfurique et la magnésie diminuent suivant la même direction; la magnésie tombe de 29 à 11 p. 100, l'acide phosphorique de 8 à 2 p. 100. Dans le tronc, il n'existe par conséquent aucune proportionnalité entre les quantités de potasse et d'acide phosphorique. Les courbes qui représentent l'augmentation et la diminution de ces deux corps vont en sens contraire quand il s'agit du bois, tandis qu'elles sont dirigées dans le même sens pour les feuilles. La chaux présente quelques faibles oscillations, mais en général elle diminue légèrement de la périphérie au centre.

La composition des cendres de l'écorce diffère totalement de celle du bois. Ici la chaux domine (82 p. 100), la potasse, la magnésie et l'acide phosphorique ne donnent que 4-1 p. 100.

Il a été facile de calculer ensuite la quantité de chacun des corps minéraux contenus dans 1000 parties de bois sec pris dans les différentes zones d'accroissement et à différents niveaux. Le tableau qui a été dressé de cette manière montre très nettement l'augmentation de la potasse, de la périphérie au centre, et son accumulation progressive de la base au sommet où elle dépasse la quantité absolue contenue dans l'écorce. Le maximum de l'acide phosphorique est situé au contraire au centre de la rondelle inférieure.

---

*Le Gérant :* G. Masson.

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# EXPÉRIENCES SUR LA CULTURE DU BLÉ

## DANS LE PAYS DE CAUX (1886-1887)

PAR

M. R. BERGE

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

Les terres sur lesquelles ont été faites les expériences que je rapporte ici, sont situées sur la commune de Saint-Laurent-de-Brévedent, dans le canton de Saint-Romain-de-Colbosc, Seine-Inférieure, l'un des plus fertiles du pays de Caux.

D'après la monographie si complète de cette contrée[1], due à M. Eugène Marchand, la culture du blé dans le canton de Saint-Romain pendant la période décennale de 1853 à 1862, a produit en moyenne, par hectare et par an :

| | |
|---|---|
| Grain | 28h,8 |
| Paille | 51qx,35 |

avec une fumure de trente-six mètres cubes de fumier.

Les exploitations qui fournissent ces rendements sont habituellement divisées en trois soles ou composts ; le deuxième et le troisième composts se subdivisent chacun en deux parties égales d'après le tableau suivant :

*Première sole* ou compost à blé. — Blé.

*Deuxième sole* ou compost à avoine. — Demi-sole : avoine avec trèfle. — Demi-sole : cultures facultatives.

*Troisième sole* ou compost à trèfle. — Demi-sole : trèfle semé l'année précédente dans l'avoine. — Demi-sole : cultures facultatives.

Les demi-soles réservées aux cultures facultatives reçoivent le seigle, l'orge, les pommes de terre ou les racines (betteraves, carottes, navets, etc.), le colza, le lin, les pois, les vesces et le trèfle incarnat. Ces cultures ne doivent jamais être répétées deux années de suite à la même place. Pour cela on intervertit les demi-soles à chaque rotation nouvelle, dans les deuxième et troisième composts. Le blé seul revient ainsi tous les trois ans sur la même terre ; l'avoine, le trèfle, les racines... etc., reviennent seulement tous les six ans. Les cultures se succèdent donc de la manière suivante :

1. *L'Agriculture du pays de Caux*, par Eugène Marchand, 1869. Voy. aussi *Ann. agron.*, t. III, p. 434.

blé, avoine avec trèfle, trèfle, blé, cultures facultatives, cultures facultatives différentes des précédentes, etc.

Parfaitement approprié aux exigences de la production lorsqu'il a été choisi, cet assolement pourrait peut-être aujourd'hui subir avec avantage quelques modifications. Quoi qu'il en soit, il est entré dans les coutumes locales et son application est stipulée dans tous les baux à ferme.

Depuis 1862, les méthodes de culture restant les mêmes, la moyenne des récoltes a peu varié. Mais les rendements qui donnaient autrefois un certain bénéfice, sont insuffisants aujourd'hui pour faire vivre le cultivateur cauchois, dont les productions autres que le blé ont subi pour la plupart une dépréciation plus grande encore que celle de cette céréale.

Les variétés de blé le plus généralement cultivées dans le pays de Caux sont le rouge d'Ecosse et le blé de Flandres ou blé de Bergues. Ce dernier donne dans des conditions favorables beaucoup de grain et beaucoup de paille de qualité supérieure; mais il redoute la grande chaleur et la sécheresse. Lorsque le blé de Bergues souffre de l'une ou de l'autre, son grain se nourrit mal. Si la saison est humide, il verse facilement. Il y a des exploitations sur lesquelles ce blé verse régulièrement chaque année. Peut-être cela tient-il à ce qu'il est semé trop dru; peut-être aussi supporte-t-il mal les fumures au fumier de ferme appliquées directement sur la sole de blé comme c'est l'usage dans le pays de Caux. D'ailleurs, les vents qui règnent dans ce pays sont souvent très-violents. Il faut pour leur résister et tirer le meilleur parti des terres fertiles de la contrée, des blés à paille peu haute, très-résistante et tallant beaucoup.

J'ai voulu rechercher si d'autres variétés ne présenteraient pas ces qualités précieuses, et j'ai expérimenté d'après les conseils de M. Vilmorin les semences suivantes :

*Rouge d'Ecosse.*
Mélange : *Rouge d'Ecosse* et *Chiddam d'automne à épi blanc.*
*Chiddam d'automne à épi blanc.*
*Chiddam d'automne à épi rouge.*
Mélange : *Chiddam d'automne à épi rouge* et *Browick.*
*Browick.*
*Epi carré Schireff square head.*
Mélange : *Epi carré Schireff square head* et *Pétanielle.*

*Blé indigène.*

Cette dernière variété a la paille blanche, droite, pas très haute, l'épi rouge et carré, le grain jaune ou rougeâtre assez rempli, très comparable à celui de l'épi carré Schireff. J'avais choisi ce blé dans une ferme voisine où il avait donné l'année précédente une récolte exceptionnelle.

Les mélanges étaient formés de poids égaux de chacune des variétés employées, et chaque semence a été cultivée avec trois fumures différentes.

1° Fumier seul.

2° Fumier avec addition d'engrais chimique complet.

3° Fumier avec une dose d'engrais chimique double de la précédente.

Soit en tout vingt-sept essais. Les lettres $a$, $a_1$, $a_2$, $b$, $b_1$, etc. servent à désigner les parcelles. Le champ d'expériences formait une sorte de table à double entrée, dans laquelle les lignes $a$ $b$ $c$ $d$ $e$ $f$ $g$ $h$ $k$, $a_1$ $b_1$ $c_1$ $d_1$ ... $k_1$, $a_2$ $b_2$ $c_2$ $d_2$ ... $k_2$, différaient seulement par la semence, la fumure de tous les carrés de la même ligne restant la même, tandis que chacune des lignes $a$ $a_1$ $a_2$, $b$ $b_1$, $b_2$... perpendiculaires aux précédentes, était composée des trois parcelles ayant reçu la même semence et un engrais différent.

La terre qui a servi à ces essais est très saine et très bien travaillée. Elle avait porté en 1886 du trèfle de pays semé l'année précédente dans l'avoine. La première coupe de trèfle avait été fauchée, puis le regain pâturé jusqu'à la fin de septembre, époque à laquelle on commença les façons préparatoires à la culture du blé. Le sol n'avait pas reçu d'engrais pour l'avoine en 1885; dans le courant du mois de mars 1886, on répandit environ vingt et un mètres cubes de fumier à l'hectare en couverture sur le trèfle. Lorsque le regain de trèfle fut mangé, on retourna la terre qui reçut encore trente mètres cubes, soit 24,000 kilogrammes de fumier à l'hectare avant le labour à blé de l'automne 1886.

Le sous-sol est marneux et recouvert jusqu'à la surface par une formation silico-argileuse, dont l'épaisseur toujours très considérable n'est jamais moindre de $0^m,80$.

L'analyse d'un échantillon de la couche arable jusqu'à $0^m,20$ de profondeur pris au moment des semailles de blé en 1886, a été faite à la station agronomique de la Seine-Inférieure à Rouen, et a donné les résultats suivants :

*Analyse chimique.*

| | P. 100 |
|---|---|
| Azote | 0.190 |
| Acide phosphorique | 0.109 |
| Potasse | 0.228 |
| Eau | 0.100 |
| Carbonate de chaux | 0.100 |

*Analyse physique.*

| | P. 100 |
|---|---|
| Sable et gravier | 75 |
| Argile | 25 |

Le champ d'expériences établi au milieu de la sole de blé se composait de parcelles carrées ayant 10 mètres de côté. Chaque carré soigneusement mesuré, était séparé des carrés voisins par des chemins larges de un mètre. Mais, pour rendre la croissance du blé semé sur les parcelles, comparable à celle du blé semé sur le reste du champ, c'est-à-dire pour que le premier n'ait ni plus d'air ni plus de soleil que le second, les chemins avaient été également ensemencés à l'automne. A l'époque de la moisson seulement, ils furent rétablis pour faciliter la visite des cultures et permettre de terminer les travaux.

L'engrais complet répandu sur les parcelles $a_1$ $b_1$ $c_1$ ... $k_1$ avait une composition représentant à l'hectare :

| | Kil. |
|---|---|
| Superphosphate | 100 |
| Chlorure de potassium | 50 |
| Sulfate d'ammoniaque | 50 |
| Nitrate de soude | 61 |

Par abréviation j'appellerai engrais intensif la dose double de l'engrais complet, appliquée sur $a_2$ $b_2$ ... $k_2$.

Les engrais furent pesés et préparés séparément pour chaque parcelle en mélangeant soigneusement chaque dose avec un volume égal de terre fine et tamisant le mélange.

Les engrais furent semés à la volée sur le labour à blé, puis aussitôt après on sema le grain à la volée également, à raison de 166 kilogrammes à l'hectare soit 1k66 pour chaque parcelle. Le blé fut ensuite recouvert par deux coups de herses en croix pour mélanger intimement les engrais au sol.

Le superphosphate employé contenait 13, 3 p. 100 d'acide phos-

phorique soluble dans l'eau, et le chlorure de potassium équivalait à 56, 8 p. 100 de potasse.

L'azote fut donné au sol en deux fois, moitié à l'automne en sulfate d'ammoniaque à 20°, 1 et moitié au printemps en nitrate de soude à 16°, 28. Avant de répandre celui-ci on avait fait manger par des vaches le blé de toutes les parcelles du champ d'expériences.

L'hiver peu humide, ne fut pas non plus très rigoureux ; les pluies du printemps s'arrêtèrent de bonne heure et vers les premiers jours de juin commença une période de sécheresse qui devait durer jusqu'après la moisson. Heureusement l'été ne fut pas très chaud. La floraison et l'épiage se firent dans des conditions favorables, mais le manque d'eau dans la suite empêcha les plantes de prendre tout leur développement ; en sorte que l'année fut généralement bonne pour le grain mais médiocre pour la paille.

Jusqu'au printemps la végétation s'accomplit d'une façon normale sur tous les carrés et aucun ne prit une avance notable sur les autres ; mais à cette époque ; l'influence de l'engrais chimique se manifesta avec force par un tallage abondant et une coloration verte plus foncée des blés qui en avaient reçu.

Toutes les parcelles traitées par le même engrais fleurirent simultanément ; les carrés sans engrais chimique entrèrent les premiers en floraison, puis ceux à engrais complet et en dernier lieu les carrés à engrais intensif. Tout se passa régulièrement jusqu'à la moisson, les premiers carrés se développant moins que les seconds et ceux-ci moins que les troisièmes.

Le 6 août, toutes les parcelles furent fauchées ; elles avaient été ensemencées le 10 novembre. Les récoltes furent mises en villottes pendant dix-huit jours, puis battues deux mois et demi environ après la moisson.

Les carrés *a b c d... k*, étaient déjà prêts à faucher vers le 2 août ; le blé des carrés $a_1$ $b_1$ ... $k_1$ était mûr le 6 ; et sur les carrés $a_2$ $b_2$ ... $k_2$ les nœuds des tiges étaient encore verts à cette époque. Le blé coupé lorsqu'il n'est pas parfaitement mûr, achève sa maturation en villottes dans des conditions très favorables ; celui qui l'est déjà, acquiert plus de qualité sous le rapport du grain et sous celui de la paille.

L'année ayant été exceptionnellement sèche, aucun des blés ne versa. Le blé à épi carré Schireff paraissait le plus raide, tandis que

le Chiddam d'automne à épi blanc supportait difficilement ses épis. En général, la paille des blés fumés au fumier de ferme seul était la moins raide, et celle récoltée sur les carrés à engrais intensif était la plus résistante.

La hauteur des tiges augmentait toujours pour chaque variété avec la quantité d'engrais reçue. La pétanielle s'élevait à 1$^{m}$,60 en moyenne sur le carré à engrais intensif et atteignait à peine 1$^{m}$,20 sur le carré au fumier sans engrais chimique; c'est la variété dont la paille a présenté les plus grandes variations de hauteur. Celle de l'épi carré a peu varié au contraire; mais bien qu'elle soit restée plus courte que les autres, elle a donné néanmoins, grâce à un fort tallage, un rendement considérable. La hauteur des tiges des autres variétés expérimentées se tenait toujours entre 1$^{m}$,10 et 1$^{m}$,40. Toutes ces hauteurs sont inférieures à celles observées généralement. Les tiges sont restées courtes surtout à cause de la grande sécheresse, et aussi parce que pour augmenter le tallage on avait fait manger le blé en herbe au printemps.

L'égrenage des récoltes fut conduit avec beaucoup de soin. Les précautions les plus minutieuses avaient été prises pour nettoyer la machine après le battage de chaque parcelle dont la paille, le grain et les déchets furent pesés à part.

Le poids de l'hectolitre du blé obtenu dans chaque essai a été pris en faisant tomber naturellement le grain dans une mesure et passant un rouleau en bois sur les bords. Comme le produit n'atteignait pas un hectolitre sur chaque parcelle, le poids de celui-ci a été calculé par une simple proportion.

Les tableaux I, II et III se rapportent chacun à une fumure différente. Ils indiquent le poids total des gerbes obtenues dans chaque culture et les rendements de ces gerbes en grain, en paille et en déchets utilisables (balle et paille coupée par la machine à battre). Les rendements sont évalués en poids et en argent. Les tableaux indiquent encore pour chaque expérience la valeur totale de la récolte et son prix de revient, le bénéfice correspondant, le prix de revient du quintal de blé, le poids de l'hectolitre de grain et le nombre de kilogrammes de paille obtenus par 100 kilos de blé. Les nombres inscrits sont rapportés à l'hectare.

Le blé est estimé à 21 francs, la paille et les déchets à 4 francs le quintal métrique.

Le prix de revient du quintal de blé est calculé en retranchant du

total des frais (prix de revient de la récolte), la valeur de la paille et des déchets qui restent en entier sur la ferme, et divisant la différence obtenue par le nombre de quintaux de blé correspondant.

D'après les travaux de M. Eugène Marchand et ceux de la commission de la Société d'agriculture de l'arrondissement du Havre, on peut évaluer comme suit les frais de culture d'un hectare de blé.

*Frais fixes.*

| | Fr. |
|---|---|
| Loyer, impôts, charges locatives diverses.......... | 130.» |
| Labours, hersages, roulages.................... | 67.20 |
| Semences (de choix)........................ | 56.» |
| Intérêts à 5 p. 100 pendant un an................ | 2.80 |
| 30 mètres cubes de fumier à 6 francs............. | 180.» |
| Intérêts à 5 p. 100 pendant un an................ | 9.» |
| Transport et éparpillement du fumier............. | 44.10 |
| Sarclage, échardonnage...................... | 18.» |
| Intérêts et amortissement du capital et du mobilier. | 40.» |
| Total........................ | 547.10 |

Les frais proportionnels ont été évalués pour une récolte de 7400 kilogrammes de gerbes de blé à l'hectare de la manière suivante :

*Frais proportionnels.*

| | Fr. |
|---|---|
| Fauchage.................................. | 12.» |
| Formation des gerbes......................... | 18.» |
| Mise en villottes............................ | 12.» |
| Transport des gerbes à la grange et mise en tas.... | 22.05 |
| Battage à la machine........................ | 22.45 |
| Nettoyage, pesage, ensachage et transport du grain au marché.............................. | 9.40 |
| Total........................ | 95.90 |

Les frais proportionnels s'élèvent ainsi à 1fr.30 environ par 100 kilogrammes de gerbes récoltées et vendues. On multipliera par ce nombre le poids des gerbes obtenues dans chaque essai pour avoir les frais proportionnels qui correspondent à chaque expérience.

Le total des frais d'une récolte moyenne du pays de Caux serait ainsi de 643 francs.

Aux frais détaillés ci-dessus on ajoutera encore s'il y a lieu les dépenses en engrais chimiques :

*Valeur de l'engrais complet :*

| | Fr. |
|---|---|
| 100 kil. superphosphate........................ | 12.» |
| 50 kil. chlorure de potassium.................. | 13.50 |
| 50 kil. sulfate d'ammoniaque.................. | 18.» |
| 61 kil. nitrate de soude........................ | 17.50 |
| Intérêts à 5 p. 100 pendant un an............... | 3.» |
| Préparation, transport, épandage............... | 3.50 |
| Total. ........................ | 67.50 |

Dans le cas d'addition au fumier de l'engrais intentif, on comptera :

| | Fr. |
|---|---|
| Valeur de l'engrais intensif...................... | 122.» |
| Intérêt à 5 p. 100 pendant un an................. | 6.» |
| Préparation, transport, épandage................. | 6.» |
| Total... ...................... | 134.» |

Les chiffres indiqués sont tous plutôt trop forts que trop faibles. Le fumier notamment, compté à 6 francs le mètre cube par la commission de la Société d'agriculture de l'arrondissement du Havre, revient pour ainsi dire à rien au cultivateur qui le produit sur sa ferme. L'engraissement et surtout la vente du lait donnent aux environs du Havre un certain bénéfice. Dans ces conditions le fumier devrait tout au plus être porté au compte de culture pour la valeur de la paille qu'il renferme. Quant au fumier acheté au dehors, on peut en effet s'en procurer dans le pays à environ 6 francs le mètre cube. Mais dans la plupart des fermes bien conduites sur lesquelles on entretient un nombreux bétail, c'est de la paille qu'on achète et jamais du fumier.

Le prix du fauchage et de la formation des gerbes pourrait être notablement diminué sur certaines exploitations par l'emploi des moissonneuses lieuses. Quelques essais faits dans la contrée avec ces machines ont très bien réussi, beaucoup trop bien même, au gré des moissonneurs.

Quant aux prix des engrais, ceux indiqués ont été payés en 1886 ; on se procurerait les mêmes aujourd'hui à des conditions beaucoup plus avantageuses.

Ainsi, les frais évalués sont susceptibles d'une diminution très importante que chacun fixera sans difficulté d'après les conditions économiques de sa propre exploitation.

TABLEAU I. — CULTURES AU FUMIER SEUL.

| Parcelles. | SEMENCES ESSAYÉES | POIDS des gerbes. | RENDEMENT. GRAIN. Poids. | RENDEMENT. GRAIN. Valeur. | RENDEMENT. PAILLE. Poids. | RENDEMENT. PAILLE. Valeur | RENDEMENT. DÉCHETS. Poids. | RENDEMENT. DÉCHETS. Valeur. | VALEUR totale de la récolte. | PRIX de revient de la récolte. | Bénéfices. | PRIX de revient du quintal de blé. | POIDS de l'hectolitre de blé. | KILOS de paille par 100 kil. de blé. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Quint. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Kil. | Kil. |
| a..... | Rouge d'Écosse.......... | 79.700 | 29.200 | 613.20 | 48.200 | 192.80 | 2.220 | 8.88 | 814.88 | 650.71 | 164.17 | 15.37 | 79.666 | 146 |
| b..... | Rouge d'Écosse et Chiddam à épi blanc............ | 79.600 | 29.800 | 625.80 | 42.650 | 170.60 | 7.070 | 28.28 | 824.68 | 650.54 | 174.14 | 15.15 | 78.833 | 143 |
| c..... | Chiddam à épi blanc....... | 75.000 | 28.950 | 607.95 | 41.950 | 167.80 | 4.025 | 16.10 | 791.85 | 644.60 | 147.25 | 15.88 | 77.500 | 144 |
| d..... | Chiddam à épi rouge....... | 73.550 | 28.200 | 592.20 | 36.750 | 147.00 | 8.530 | 34.12 | 773.32 | 642.71 | 130.61 | 16.36 | 77.333 | 130 |
| e..... | Chiddam à épi rouge et Browick................ | 74.550 | 28.270 | 593.67 | 42.150 | 168.60 | 4.060 | 16.24 | 778.51 | 644.01 | 134.50 | 16.22 | 78,500 | 149 |
| f..... | Browick................. | 73.000 | 28.500 | 598.50 | 38.000 | 152.00 | 6.730 | 26.92 | 777.42 | 642.39 | 135.03 | 16.26 | 76.933 | 133 |
| g..... | Épi carré Schireff......... | 73.300 | 29.970 | 629.37 | 36.700 | 146.80 | 6.260 | 25.04 | 801.21 | 642.00 | 159.21 | 15.68 | 75.666 | 122 |
| h..... | Épi carré Schireff et Pétanielle.................. | 75.950 | 30.000 | 630.00 | 38.600 | 154.40 | 7.280 | 29.12 | 813.52 | 645.83 | 167.69 | 15.41 | 78.000 | 128 |
| k..... | Blé indigène............. | 87.330 | 33.050 | 694.05 | 48.400 | 193.60 | 5.790 | 23.16 | 910.81 | 660.63 | 250.18 | 13.45 | 75.500 | 146 |

TABLEAU II. — CULTURES AU FUMIER AVEC ADDITION D'ENGRAIS COMPLET.

| Parcelles. | SEMENCES ESSAYÉES | POIDS des gerbes. | RENDEMENT. GRAIN. Poids. | RENDEMENT. GRAIN. Valeur. | RENDEMENT. PAILLE. Poids. | RENDEMENT. PAILLE. Valeur. | RENDEMENT. DÉCHETS. Poids. | RENDEMENT. DÉCHETS. Valeur. | VALEUR totale de la récolte. | PRIX de revient de la récolte. | Bénéfices. | PRIX de revient du quintal de blé. | POIDS de l'hectolitre de blé. | KILOS de paille par 100 kil. de blé. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Quint. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Kil. | Kil. |
| $a_1$.... | Rouge d'Écosse........... | 89.050 | 32.600 | 684.60 | 47.850 | 191.40 | 8.510 | 34.04 | 909.04 | 730.36 | 178.68 | 15.48 | 81.126 | 146 |
| $b_1$.... | Rouge d'Écosse et Chiddam à épi blanc............... | 88.850 | 32.100 | 674.10 | 48.650 | 194.60 | 8.010 | 32.04 | 909.74 | 730.10 | 179.64 | 15.68 | 79.125 | 151 |
| $c_1$.... | Chiddam à épi blanc...... | 82.000 | 31.750 | 666.75 | 46.800 | 187.20 | 3.370 | 13.48 | 867.44 | 721.20 | 146.23 | 16.39 | 78.250 | 147 |
| $d_1$.... | Chiddam à épi rouge...... | 86.500 | 32.020 | 672.42 | 47.150 | 188.60 | 7.240 | 28.96 | 889.98 | 727.05 | 162.93 | 15.91 | 79.575 | 147 |
| $e_1$.... | Chiddam à épi rouge et Browick............... | 85,300 | 31.550 | 662.55 | 46 700 | 186.80 | 4.970 | 19.88 | 869.23 | 725.49 | 143.74 | 16.44 | 79.666 | 148 |
| $f_1$..... | Browick................. | 86.630 | 32.975 | 692.47 | 47.500 | 190.00 | 6.070 | 24.28 | 888.54 | 727.22 | 161.32 | 15.55 | 77.400 | 144 |
| $g_1$.... | Épi carré Schireff......... | 80.500 | 32.100 | 674.10 | 42.550 | 170.20 | 5.770 | 23.08 | 867.38 | 719.25 | 148.13 | 16.38 | 75,500 | 132 |
| $h_1$.... | Épi carré Schireff et Pétanielle.................. | 83.650 | 32.290 | 678.09 | 42.600 | 170.40 | 8.680 | 34.72 | 883.21 | 723.34 | 159.87 | 15.73 | 77.250 | 138 |
| $k_1$.... | Blé indigène............. | 88.300 | 32.950 | 691.95 | 45.500 | 182.00 | 7.510 | 30.04 | 912.99 | 720.99 | 192.00 | 15.42 | 78.875 | 138 |

TABLEAU III. — CULTURES AU FUMIER AVEC ADDITION D'ENGRAIS INTENSIF.

| Parcelles. | SEMENCES ESSAYÉES. | POIDS des gerbes. | RENDEMENT. GRAIN. Poids. | RENDEMENT. GRAIN. Valeur. | RENDEMENT. PAILLE. Poids. | RENDEMENT. PAILLE. Valeur. | RENDEMENT. DÉCHETS. Poids. | RENDEMENT. DÉCHETS. Valeur. | VALEUR totale de la récolte. | PRIX de revient de la récolte. | Bénéfices. | PRIX de revient du quintal de blé. | POIDS de l'hectolitre de blé. | KILOS de paille par 100 kil. de blé. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Quint. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Quint. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Kil. | Kil. |
| $a_1$.... | Rouge d'Écosse.......... | 105.550 | 35.700 | 749.70 | 59.680 | 238.40 | 10.15 | 40.60 | 1028.70 | 848.30 | 240.40 | 15.10 | 78.875 | 167 |
| $b_1$.... | Rouge d'Écosse et Chiddam à épi blanc............ | 104.850 | 35.400 | 743.40 | 60.350 | 241.40 | 9.00 | 36.00 | 1020.80 | 817.40 | 203.40 | 15.25 | 78.777 | 170 |
| $c_1$..... | Chiddam à épi blanc...... | 101.750 | 35.400 | 743.40 | 59.650 | 238.60 | 6.60 | 26.40 | 1008.40 | 813.36 | 195.04 | 15.48 | 76.625 | 168 |
| $d_2$.... | Chiddam à épi rouge...... | 107.000 | 36.700 | 770.70 | 62.000 | 248.00 | 6.19 | 24.76 | 1043.46 | 820.20 | 223.26 | 14.91 | 78.875 | 168 |
| $e_2$..... | Chiddam à épi rouge et Browick................ | 107.350 | 38.140 | 800.94 | 62.300 | 249.20 | 6.81 | 27.24 | 1077.38 | 820.65 | 256.73 | 14.26 | 78.500 | 163 |
| $f_1$..... | Browick................. | 105.050 | 38.250 | 803.25 | 59.500 | 238.00 | 7.20 | 28.80 | 1070.05 | 817.65 | 252.40 | 14.40 | 79.125 | 155 |
| $g_1$..... | Épi carré Schireff......... | 101.580 | 39.330 | 825,93 | 55.900 | 223.60 | 6.15 | 24.60 | 1074.13 | 813.13 | 261.00 | 14.31 | 75.500 | 142 |
| $h_1$..... | Épi carré Schireff et Pétanielle.................. | 99.480 | 36.320 | 762.72 | 53.800 | 215.20 | 9.26 | 37.04 | 1014.96 | 810 40 | 204.56 | 15.36 | 75.750 | 148 |
| $k_2$..... | Blé indigène............. | 94.550 | 33.700 | 707.70 | 50.300 | 201.20 | 7.46 | 29 84 | 938.74 | 800.10 | 138.64 | 16.88 | 78.412 | 149 |

Il résulte des tableaux qui précèdent que exception faite pour la variété de blé indigène, les rendements ont augmenté un peu par l'addition de l'engrais complet et beaucoup par celle de l'engrais intensif.

Dans le premier cas, les bénéfices ont généralement peu varié et diminué quelquefois; dans le second, ils ont augmenté toujours et quelquefois d'une façon considérable.

Le plus grand écart dans les bénéfices obtenus avec la même semence et des engrais différents a été présenté par le mélange : Chiddam d'automne à épi rouge et Browick. Le bénéfice obtenu avec cette semence cultivée au fumier seul a été de 134fr.50, et ce bénéfice a atteint 256fr.73 par l'addition de l'engrais intensif. C'est donc une augmentation de bénéfice de 122fr.23 produite par l'addition de l'engrais chimique.

Dans les cultures à engrais intensif, c'est cette semence qui a donné le plus fort poids de gerbes à l'hectare : $107^{qx}$,350, le plus fort rendement en paille : $62^{qx}$,300, la récolte totale ayant la plus grande valeur : 1077fr.38, et le quintal de blé du plus faible prix de revient : 14fr.26. Le bénéfice correspondant (256fr.75) n'a été dépassé que par celui du blé à épi carré Schireff square head (261 francs) ayant reçu les mêmes engrais. Cette dernière culture a donné $39^{qx}$,330 de grain à l'hectare et aucune autre n'a atteint une telle production[1].

On remarquera que ce n'est pas la même variété qui dans les trois tableaux paraît la plus avantageuse. Dans la culture au fumier seul, c'est le blé indigène qui a donné le plus gros bénéfice (250fr.18); dans les cultures au fumier avec addition de l'engrais

1. Parmi les essais rapportés par MM. Porion et Dehérain sur la culture du blé à épi carré en 1887, dans diverses régions de la France (*Ann. agron.*, t. XIV, p. 1), plusieurs ont donné des rendements dépassant 40 quintaux de grain à l'hectare. M. Vandebeulque à Tourcoing (Nord) a obtenu sur $3^{ha}$,$76^{a}$ d'une terre argilo-sablonneuse un rendement moyen de $45^{qx}$,75 à l'hectare avec le blé à épi carré, sélectionné par M. Porion. Ce dernier a obtenu lui-même jusqu'à $53_{qx}$,83 de grain à l'hectare sur une parcelle de 68 ares, 35 à Racquinghem, dans le Pas-de-Calais. Une seule des expériences indiquées a été faite dans le département de la Seine-Inférieure; elle se rapporte à une terre des environs de Neufchatel en Braye; la récolte a été seulement de $32^{h}$,75 à l'hectare.

D'après les résultats connus de MM. Porion et Dehérain, le blé à épi carré ne donnerait ses hauts rendements que dans les terres fortes, très abondamment pourvues d'engrais, et il réussirait beaucoup mieux sur un sol enrichi de longue main, que sur une terre récemment fumée.

complet, c'est encore le blé indigène, mais le bénéfice obtenu cette fois a été inférieur au précédent (183fr.60); dans les cultures au fumier avec addition de l'engrais intensif, c'est le blé à épi carré Schireff square head dont le produit a été le plus rémunérateur (261 francs de bénéfice).

Il semble d'après les résultats que j'ai obtenus, que les semences étrangères, même les plus prolifiques, ne donnent de très forts rendements qu'à la condition d'être semées dans un sol engraissé à l'excès. Les bénéfices peuvent alors beaucoup augmenter. Dans les cultures ordinaires, l'avantage reste généralement aux blés du pays.

Cette année, le blé indigène engraissé au fumier de ferme seul m'a donné un rendement tout à fait exceptionnel. Le prix de revient du quintal de ce blé s'est trouvé abaissé à 13fr.45; c'est le plus faible de tous les prix de revient que j'ai obtenus.

Le poids de l'hectolitre de blé[1] a varié dans toutes les cultures de 75$^{kg}$,500 (blé indigène, tableau I et épi carré Schireff square head, tableau III) à 81$^{kg}$,125 (Rouge d'Écosse, tableau II). L'influence de l'engrais chimique sur le poids du grain ne s'est pas fait sentir dans le même sens pour toutes les semences essayées. Le blé à épi carré Schireff square head n'a pas sensiblement changé de poids d'un essai à l'autre.

En général cependant, on a augmenté le poids de l'hectolitre par l'emploi de l'engrais complet et on l'a plutôt diminué par l'emploi de l'engrais intensif.

Le rapport le plus élevé du rendement en paille au rendement en grain (1,7) correspond au mélange : rouge d'écosse et Chiddam d'automne à épi blanc, tableau III. L'engrais chimique à haute dose a été dans tous les essais très favorable à la production de la paille.

Dans les cultures au fumier seul, le rapport le plus élevé de la paille au grain (1,49) correspond au mélange : Chiddam d'automne à épi rouge et Browick. Ce rapport a été en moyenne égal à 1,38 dans le tableau I. Les moyennes des rendements à l'hectare en grain et en paille inscrits sur ce tableau, ont été de 29$^{qx}$,55 et de 41$^{qx}$,49. D'après ces chiffres et les nombres donnés par M. Marchand, la récolte de l'année 1887, comparée à celle d'une année moyenne de la

1. On remarquera que le grain a été pesé deux mois et demi après la moisson.

période décennale 1853-1862, serait en augmentation de 7qx,5 environ pour le grain, et en diminution de 12qx,39 pour la paille.

Le tableau IV ci-dessous indique par ordre décroissant les bénéfices obtenus dans toutes les cultures; il reproduit en outre le rendement en grain correspondant et le prix de revient du quintal de blé. Les chiffres sont rapportés à l'hectare.

TABLEAU IV.

| PARCELLE. | BÉNÉFICE. | PRIX DE REVIENT du quintal de blé. | RENDEMENT en grain. | SEMENCE ESSAYÉE. | FUMURE. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | Quint. | | |
| $g_2$.. | 261.» | 14.31 | 39.330 | Épi carré Schireff square head.... | Fumier et engrais intensif. |
| $e_2$.. | 256.73 | 14.26 | 38.140 | Chiddam à épi rouge et Browick. | — — . |
| $f_2$.. | 252.40 | 14.40 | 38.250 | Browick.......... .......... . | — . |
| $k$ . | 250.18 | 13.45 | 33.050 | Blé indigène.................... | Fumier. |
| $d_2$.. | 223.26 | 14.91 | 36.700 | Chiddam à épi rouge............ | Fumier et engrais intensif. |
| $a_2$.. | 210.40 | 15.10 | 35.700 | Rouge d'Ecosse...... .......... | — — . |
| $h_2$.. | 204.56 | 15.36 | 36.320 | Epi carré Schireff et Pétanielle.. | — — . |
| $b_2$.. | 203.40 | 15.25 | 35.400 | Rouge d'Ecosse et Chiddam à épi blanc........................ | — — . |
| $c_2$ . | 195.04 | 15.48 | 35.400 | Chiddam à épi blanc............ | — — . |
| $k_1$.. | 183.60 | 15.42 | 32.950 | Blé indigène.................... | Fumier et engrais complet. |
| $a_1$. | 178.68 | 15.48 | 32.600 | Rouge d'Ecosse.................. | — — . |
| $b$.. | 174.14 | 15.15 | 29.800 | Rouge d'Ecosse et Chiddam à épi blanc........................ | Fumier. |
| $b_1$.. | 170.64 | 15.68 | 32.100 | Rouge d'Ecosse et Chiddam à épi blanc........................ | Fumier et engrais complet. |
| $h$.. | 167.69 | 15.41 | 30.000 | Epi carré Schireff et Pétanielle.. | Fumier. |
| $a$.. | 164.17 | 15.37 | 29.200 | Rouge d'Ecosse................ | — |
| $d_1$. | 162.93 | 15.91 | 32.020 | Chiddam à épi rouge............ | Fumier et engrais complet. |
| $f_1$. | 161.32 | 15.55 | 32.975 | Browick........................ | — — . |
| $h_1$. | 159.87 | 15.73 | 32.290 | Epi carré Schireff et Pétanielle.. | — — . |
| $g$.. | 159.21 | 15.68 | 29.970 | Epi carré Schireff.............. | Fumier. |
| $g_1$ . | 148.13 | 16.38 | 32.100 | Epi carré Schireff.............. | Fumier et engrais complet. |
| $c$.. | 147.25 | 15.88 | 28.950 | Chiddam à épi blanc............ | Fumier. |
| $c_1$ . | 146.23 | 16.39 | 31.750 | Chiddam à épi blanc............ | Fumier et engrais complet. |
| $e_1$.. | 143.71 | 16.44 | 31.550 | Chiddam à épi rouge et Browick. | — — . |
| $k_2$ . | 138.64 | 16.88 | 33.700 | Blé indigène.................... | Fumier et engrais intensif. |
| $f$.. | 135.03 | 16.26 | 28.500 | Browick........................ | Fumier. |
| $e$.. | 134.50 | 16.22 | 28.270 | Chiddam à épi rouge et Browick.. | — |
| $d$.. | 130.61 | 16.36 | 28.200 | Chiddam à épi rouge............ | — |

Ce tableau montre que l'ordre décroissant des bénéfices ne coïncide pas avec celui des rendements en grain, ni avec l'ordre croissant des prix de revient du quintal de blé. Cela tient à la différence des frais suivant les cultures, et au rapport des rendements en paille et en grain obtenus sur chaque parcelle, rapport très variable d'un essai à l'autre.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs en comparant les résultats obtenus en 1887 que les récoltes avaient souffert cette année d'une sécheresse exceptionnelle.

Il est probable que les mêmes essais répétés en 1888 donneront, dans des conditions météorologiques différentes, des résultats différents. La comparaison des uns et des autres permettra de déterminer mieux parmi tant de causes qui agissent sur la production du blé, la part qui revient à la semence et celle qui doit être attribuée à l'engrais.

---

# ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR LA CULTURE DE L'AVOINE EN CHAMPAGNE

PAR MM.

A. LADUREAU
Directeur du Laboratoire agricole central
ET
MOUSSEAUX
Directeur de l'*Union agricole* de la Marne.

Les expériences que nous avons entreprises cette année (1887), M. Mousseaux et moi, sur la culture de l'avoine, ont eu comme but principal, de même que celles faites sur le blé, de démontrer aux cultivateurs de la Champagne, qui sont encore assez attardés de ce côté, l'efficacité des engrais chimiques et la possibilité de remplacer complètement par ces produits le fumier de ferme, que l'on trouve parfois plus avantageux de vendre en totalité ou en partie dans cette contrée, où la culture de la vigne en réclame de fortes quantités. Notre champ de démonstration présentait un hectare 30 ares de superficie, il fut divisé en parcelles exactement mesurées et d'égale étendue. Pour faciliter l'examen de nos résultats et leur comparaison, tous nos chiffres ont été ramenés à l'hectare, tant pour les engrais employés que pour les poids des récoltes obtenus.

Par suite des pluies du printemps qui n'ont pas permis d'aborder les champs en temps opportun, l'ensemencement a été fait un peu tard, le 12 avril seulement. Les froids qui sont survenus ensuite ont beaucoup retardé la végétation, de sorte que la paille est restée courte d'autant plus que les chaleurs et la sécheresse persistante,

qui ont duré depuis le 5 juin jusqu'au moment de la récolte, ont exercé une influence fâcheuse, également sensible sur le grain resté maigre et mal nourri. Cette observation a été faite généralement dans toute la France : on sait en effet que la récolte de l'avoine a été des plus médiocres cette année sur presque tout notre territoire.

La végétation ayant langui beaucoup au début, l'avoine fut envahie par le sené et autres mauvaises herbes. On lui donna le 1er juin un vigoureux coup de herse qui déracina une partie de ces herbes nuisibles. Cette action bienfaisante du hersage se fit sentir surtout sur la parcelle 7 qui ne reçut l'azote qu'au mois de juin, car les senés étant beaucoup moins forts qu'ailleurs furent promptement détruits par le hersage qui servait en même temps à enterrer le nitrate de soude.

De petites pluies étant survenues les 2, 3 et 4 juin, suivies après cela par une longue période de chaleurs, l'avoine a pu prendre le dessus sur l'herbe et a commencé alors à croître assez vigoureusement, mais sans pouvoir cependant regagner tout le temps perdu.

Nous avons employé sur notre champ d'études la variété connue sous le nom d'avoine de Coulommiers, variété assez prolifique et fort en honneur dans toute cette partie de la France.

Nous ferons l'année prochaine, comme pour le blé, une étude comparative des diverses variétés les plus connues et les plus recommandées, afin de reconnaître celle qu'il est le plus avantageux de cultiver dans nos terres de la Champagne. Notre champ d'expériences dépend de la ferme de Moslins près d'Avize (Marne), en plein pays de ces vignobles fameux qui produisent ce vin exquis que les autres pays de production vinicole cherchent en vain à imiter, sans avoir pu y réussir jusqu'ici.

Voici la richesse du sol de ce champ, d'après nos analyses :

| | Par kilogr. de terre sèche. Gr. |
|---|---|
| Azote | 0.95 |
| Acide phosphorique | 0.83 |
| Potasse | 0.72 |
| Chaux | 2.80 |

Notre avoine succédait à un blé de trèfle; elle fut semée, ainsi qu'il a été dit, le 12 avril, à raison de 1 hectolitre par hectare.

Lorsque nous avons rendu compte de nos expériences sur le blé, nous avons dit que nous appelions *bénéfice relatif* celui qui résultait de la comparaison du produit de chaque parcelle avec celui de la parcelle cultivée sans engrais aucun, dont on déduisait en outre le coût de la fumure.

Nous procéderons encore de la même manière, et ferons remarquer de nouveau que ce bénéfice relatif devient une perte réelle dans certains cas, si on veut le transformer en bénéfice net, en faisant intervenir dans ce nouveau calcul: le prix de location de la terre, les contributions, la semence, la main-d'œuvre et les frais généraux divers, évalués par M. Dehérain à 300 francs pour les terres des environs de Grignon louées 100 francs l'hectare environ. Nous insistons sur ce point, afin de prévenir toute fausse interprétation de nos résultats.

Nous avons employé, comme engrais chimiques, les substances suivantes :

Nitrate de soude titrant 15.80 p. 100 d'azote.
Superphosphate — 15.00 — d'acide phosphorique soluble.
Chlorure de potassium correspondant à 55.80 p. 100 de potasse.

Pour préciser davantage, et éviter tout calcul à nos lecteurs, nous avons donné seulement les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse correspondantes aux poids d'engrais employés.

Voici maintenant comment furent disposés nos parcelles ou carrés d'expérience.

*Parcelle* 1. — Nous n'y avons mis aucun engrais afin qu'elle pût servir de témoin, de terme de comparaison avec les autres qui reçurent les diverses fumures ci-après.

| | Fr. |
|---|---|
| On récolta sur cette parcelle 720 kil. de grains qui furent vendus à 17 fr. les 100 kil., ci | 122.40 |
| Et 930 kil. de paille vendus à 4 fr. les 100 kil., ci | 37.20 |
| Soit une somme totale de | 159.60 |

C'est cette somme de 159 fr. 60 que nous allons défalquer de celles qui représenteront les produits totaux des parcelles suivantes, pour en déduire le bénéfice relatif, après en avoir en outre soustrait le chiffre variable du coût des engrais employés.

*Parcelle* 2. — Dans quelles proportions l'addition d'une quantité

assez faible d'azote assimilable, donnée sous forme de nitrate de soude, augmente-t-elle le rendement de l'avoine dans ce sol qui, sans engrais aucun, produit 159 fr. 60 de récolte? C'est ce que doit nous répondre le carré 2 auquel nous avons donné le 9 avril 30 kilogrammes d'azote nitrique dont le coût à 1 fr. 70 est de 51 francs.

| | Fr. |
|---|---|
| Nous avons récolté 1090 kil. de grains, ci | 185.30 |
| Et 1830 kil. de paille, ci | 69.20 |
| En tout | 254.50 |

Soit 94 fr. 90 de plus que sur la parcelle témoin n° 1 et si l'on déduit les 51 francs coût de l'azote employé il reste 43 fr. 90 comme bénéfice relatif.

Donc dans notre sol l'addition d'azote soluble produit un bénéfice net à peu près égal à son prix d'achat, ce qu'il était intéressant d'établir.

*Parcelle* 3. — L'addition d'acide phosphorique seul est-elle aussi avantageuse que celle de l'azote? — Pour trouver la réponse à cette question, nous avons semé dans la parcelle 3 pour tout engrais la quantité de 19k,500 d'acide phosphorique soluble au citrate d'ammoniaque sous forme de superphosphate minéral à 0 fr. 54 l'unité; cette fumure nous a coûté 10 fr. 50

| | Fr. |
|---|---|
| Comme nous n'avons récolté que 750 kil. de grains, ci | 127.50 |
| Et 1100 kil. de paille valant | 44.00 |
| Cela nous a donné un produit total de | 171.50 |

supérieur seulement de 11 fr. 90 à celui de la parcelle sans engrais, de sorte que, si l'on déduit la valeur de l'engrais phosphaté, il ne nous reste comme benéfice relatif que 1 fr. 40.

L'emploi des engrais azotés est donc plus avantageux dans notre sol que celui des engrais phosphatés.

Mais voyons si nous n'aurions pas de meilleurs résultats en associant ces deux éléments de fertilisation. C'est ce que nous avons fait dans la *parcelle* 4.

*Parcelle* 4. — Nous y avons employé : 39 kilogrammes d'acide phosphorique soluble valant 21 fr. 05 et 30 kilogrammes d'azote nitrique valant 51 francs. Notre fumure nous coûte donc 72 fr. 05. Or nous avons récolté les poids suivants :

| | Fr. |
|---|---|
| 1395 kil. de grains, ci | 237.15 |
| Et 1950 kil. de paille, ci | 78.00 |
| En tout | 315.15 |

produit supérieur de 155 fr. 55 à celui du carré 1 sans engrais laissant après la déduction de la fumure un bénéfice relatif de 83 fr. 50. On voit combien il est plus avantageux d'ajouter l'azote à l'acide phosphorique, plutôt que de les employer chacun isolément. L'action de l'azote qui, à la même dose de 30 kilogrammes, avait produit un bénéfice relatif de 43 fr. 90 sur le *carré* 2, a été presque doublée par celle de l'acide phosphorique, bien que ce dernier ait juste payé son prix d'achat dans la *parcelle* 3. Cela démontre bien que les engrais chimiques n'ont leur entière efficacité que s'ils sont mélangés, de manière à ce que l'équilibre convenable existe entre les divers éléments utiles qu'ils renferment.

*Parcelle* 5. Nous avons voulu voir dans cette parcelle, si en doublant la quantité d'azote nitrique employée dans la précédente, nous n'aurions pas une augmentation correspondante dans nos rendements, et nous y avons employé 60 kilogrammes d'azote au lieu de 30 kilogrammes tout en maintenant la dose d'acide phosphorique soluble à 39 kilogrammes. Voici donc notre dépense d'engrais :

| | Fr. |
|---|---|
| 39 kil. d'acide phosphorique | 21.05 |
| 60 kil. d'azote nitrique | 102.00 |
| | 123.05 |

Nous avons obtenu la récolte suivante :

| | Fr. |
|---|---|
| 1500 kil. de grains, ci | 275.00 |
| Et 2700 kil. de paille, ci | 108.00 |
| En tout | 383.00 |

Soit un produit supérieur de 223 fr. 40 à la parcelle n° 1 et un bénéfice relatif de 100 fr. 35.

Ce bénéfice n'est que de 16 fr. 85 supérieur à celui de la parcelle 4, ce qui nous montre que les 30 kilogrammes d'azote nitrique ajoutés à la fumure n'ont pas été payés, il s'en faut de 34 fr. 15.

La conclusion à en déduire, c'est qu'il ne faut pas exagérer sur les terres froides de la Champagne la proportion des engrais azotés

dans la culture des céréales; une quantité de 40 à 50 kilogrammes à l'hectare au maximun, pour l'avoine, est suffisante pour produire les rendements les plus élevés qu'on puisse obtenir dans nos terres médiocres. Si l'on en emploie davantage, c'est en pure perte, la dépense n'est pas couverte, et par suite des déperditions qui ont lieu durant l'hiver à travers les couches perméables du sol, il est très probable que presque tout l'azote employé ainsi en excès s'écoulera dans les eaux de drainage et ne pourra pas servir aux récoltes subséquentes.

*Parcelle* 6. — Nous n'avons employé jusqu'ici que l'acide phosphorique et de l'azote. La potasse cependant peut être utile dans cette terre qui n'en renferme d'après nos analyses que $0^{gr},950$ par kilogramme. C'est pour nous en assurer que nous avons employé sur cette parcelle 6 la fumure suivante :

| | Fr. |
|---|---|
| $19^{k},500$ acide phosphorique | 10.05 |
| 30 kil. azotés nitrique | 51.00 |
| 40 kil. de potasse à 0 fr. 476 le kil | 19.05 |
| Total | 80.55 |

Or, nous n'avons obtenu ici que :

| | Fr. |
|---|---|
| 1120 kil. de grains, ce qui fait | 190.40 |
| Et 1900 kil. de paille, ce qui fait | 76.00 |
| Soit en tout | 266.49 |

c'est-à-dire 106 fr. 80 de plus que sur le carré 1, laissant, déduction faite du coût des engrais un bénéfice relatif qui n'est que de 26 fr. 25.

L'action de la potasse a donc été nulle et la dose d'acide phosphorique probablement trop faible, puisque dans la parcelle 4 où nous avons employé la même dose d'azote et 20 kilogrammes d'acide phosphorique en plus, nous avons obtenu un produit total de 315 fr. 15 au lieu de 266 fr. 40. L'influence de l'addition de potasse a peut-être même été nuisible, car nous avons remarqué que l'avoine qui avait eu une très belle levée, et qui avait eu au début une végétation exubérante, s'est trouvée tout à coup envahie par le sené. Ces plantes, activées sans doute par la potasse soluble qu'elles rencontraient à leur disposition, prirent un développement très rapide, et malgré les efforts faits pour les arracher et les couper,

on n'en put venir complètement à bout. Ce phénomène ne s'étant manifesté que sur cette parcelle et sur la suivante où l'on avait employé également de la potasse, tandis que l'on ne pouvait l'observer dans aucune autre partie du champ d'expérience, il faut en conclure que le rôle de cette base a été dans ce cas absolument nuisible; car non seulement le sené a dépouillé le sol d'une partie de ses éléments utiles, mais de plus il a retardé la végétation de l'avoine en lui prenant une partie du soleil et de l'air dont elle avait besoin.

Si donc nous employons désormais encore la potasse sur ces terres, pour la fumure destinée aux betteraves et aux plantes de la famille des Crucifères et des Solanées, nous l'éviterons pour les céréales.

Dans la *parcelle* 7 nous avons employé exactement la même fumure que dans la précédente, seulement au lieu de mettre notre azote au début de la culture, nous ne l'avons employé qu'au 1er juin en couverture, voulant voir si ce mode d'emploi était préférable à l'autre. Nous nous en sommes bien trouvé, car le sené a envahi moins fortement cette pièce, qui n'avait pas d'azote soluble à lui offrir, que la précédente; nous avons pu nous en rendre maîtres et notre produit total a été dans ce cas absolument égal à celui de la parcelle 4 où nous n'avions employé que de l'acide phosphorique, 39 kilogrammes, et la même quantité d'azote.

Voici donc la fumure employée sur cette parcelle au 9 avril :

| | Fr. |
|---|---|
| 19k,500 acide phosphorique, ci | 10.50 |
| Et 40 kil. de potasse, ci | 19.05 |

Puis le 1er juin :

| | |
|---|---|
| 30 kil. azote nitrique | 51.00 |
| Total | 80.55 |

Nous avons récolté :

| | Fr. |
|---|---|
| 1350 kil. de grains valant | 229.50 |
| Et 2150 kil. de paille valant | 86.00 |
| Produit total | 315.50 |

supérieur de 155 fr. 90 à celui de la parcelle sans engrais laissant un bénéfice relatif de 75 fr. 35. En comparant les résultats de cette

parcelle à ceux de la parcelle 4, on voit encore ici que l'addition de potasse à la fumure a un résultat à peu près nul. Nous répéterons plus tard cet essai pour en contrôler les résultats par l'expérience d'une autre année, et voir si en supprimant la potasse, on peut trouver un avantage dans l'application de l'azote au cours de la végétation en couverture, au lieu de l'employer enterré au moment des semailles.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les divers résultats de ces études comparatives de l'action de engrais chimiques sur l'avoine. Il sera plus facile ainsi pour le lecteur de les comparer entre eux.

En résumé, les expériences auxquelles nous nous sommes livrés sur la culture de l'avoine cette année montrent que, même dans les champs assez copieusement fumés avec les engrais chimiques, la récolte a été des plus précaires, et qu'elle n'a en aucun cas couvert à beaucoup près les frais divers, engrais et autres, qu'elle entraîne. Ce résultat peu satisfaisant doit surtout être attribué au retard apporté dans l'ensemencement du champ d'expériences et aux circonstances défavorables qui accompagnèrent sa croissance, ainsi que le démontre le produit obtenu en grande culture dans les champs ensemencés en temps convenable, c'est ce que nous montrerons tout à l'heure.

En deuxième lieu, l'addition d'une fumure azotée (à azote soluble) a rapporté un bénéfice relatif à peu près égal à son coût, tandis que l'engrais phosphaté employé isolément a exactement couvert la dépense causée par son achat (carrés 2, 3). L'emploi de l'azote et de l'acide phosphorique solubles, mélangés en proportions convenables, a augmenté très notablement la récolte et procuré le bénéfice relatif le plus élevé. Toutefois la dose de 60 kilogrammes d'acide nitrique paraît trop élevée pour une récolte de céréales dans les terres froides de la Champagne; il paraît suffisant d'en mettre seulement 40 kilogrammes par hectare (carrés 4 et 5).

Le carré 6 a montré que la potasse exerçait un effet fâcheux en surexcitant la pousse du sené qui a nui beaucoup à la végétation de la céréale.

Quant au carré 7, destiné à montrer l'influence de l'époque de l'emploi de l'engrais azoté, il est difficile d'en tirer une conclusion bien nette à cause de l'effet défavorable exercé par la potasse et de la présence d'une quantité assez élevée d'herbes nuisibles.

Telles sont les principales conclusions que l'on peut déduire des

CULTURE DE L'AVOINE A MOSLINS EN 1887.

| NUMÉROS D'ORDRE. | NATURE DE L'ENGRAIS. | DÉPENSE PARTIELLE. | DÉPENSE TOTALE. | PRODUITS RÉCOLTÉS. | VALEUR EN ARGENT | | PRODUIT supplémentaire. | BÉNÉFICE RELATIF. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | partielle. | totale. | | |
| 1....... | Sans engrais............... | 0 | 0 | 720 kil. grains à 17 fr...<br>930 kil. paille à 4 fr..... | 122.40<br>37.20 | 159.60 | | |
| 2....... | 30 kil. azote nitrique à 1.70. | 51 | 51 | 1090 kil. grains..........<br>1730 kil. paille.......... | 185.30<br>69.20 | 254.50 | 94.90 | 43.90 |
| 3....... | 19k.500 acide phosph. à 0.54. | 10.50 | 10.50 | 750 kil. grains...........<br>1100 kil. paille .......... | 127.50<br>44.00 | 171.50 | 11.90 | 1.40 |
| 4....... | 39 kil. acide phosphorique..<br>30 kil. azote nitrique........ | 21.05<br>51 | 72.05 | 1395 kil. grains..........<br>1950 kil. paille .......... | 237.15<br>78.00 | 315.15 | 155.55 | 83.50 |
| 5....... | 39 kil. acide phosphorique...<br>60 kil. azote nitrique........ | 21.05<br>102.00 | 123.05 | 1500 kil. grains..........<br>2700 kil. paille .......... | 275.00<br>108.00 | 383.00 | 223.40 | 100.35 |
| 6....... | 9 avril. 19k.500 acide phosph.<br>9 avril. 30 kil. azote nitrique.<br>9 avril. 40 kil. potasse à 0f.476. | 10.50<br>51.00<br>19.05 | ........<br>80.55 | 1120 kil. grains..........<br>1900 kil. paille .......... | 190.40<br>76.00 | 266.40 | 106.80 | 26.25 |
| 7....... | 9 avril. 19k.500 acide phosph.<br>9 avril. 40 kil. potasse......<br>1er juin. 30 kil. azote nitrique. | 10.50<br>19.05<br>51.00 | ........<br>80.55 | 1350 kil. grains..........<br>2150 kil. paille.......... | 239.50<br>86.00 | 315.50 | 155.90 | 75.35 |

expériences entreprises cette année à Moslins (Marne) sur l'avoine.

Toutes les parcelles de notre champ d'expérience ayant participé aux mêmes conditions atmosphériques, ayant été semées en même temps, la comparaison des résultats obtenus sur ces parcelles nous a paru présenter assez d'intérêt pour les publier. Mais, comme nous l'avons fait observer plus haut, l'époque tardive de l'ensemencement a exercé une influence également déplorable sur toutes les parties de ce champ. Aussi voulons-nous montrer, par les résultats que nous avons obtenus en grande culture, au moyen d'un ensemencement fait en temps opportun, ce que l'on peut obtenir normalement dans nos terres de la Brie champenoise.

Nous avons semé le 8 mars la même variété d'avoine sur 50 hectares auxquels on a distribué la fumure suivante par hectare :

450 *kil. d'engrais n° 2 dosant :*

| | Fr. |
|---|---|
| Azote soluble nitrique | 7.50 |
| Acide phosphorique soluble | 8.00 |

Soit à l'hectare :

| | |
|---|---|
| 33k,750 d'azote nitrique à 1 fr. 70, ci | 57.37 |
| Et 35k,400 d'acide phosphorique à 0 fr. 54 | 19.66 |
| Total | 77.02 |

Et nous avons récolté à l'hectare :

| | Fr. |
|---|---|
| Grain : 2250 kil. à 17 fr. les 100 kil., soit | 382.50 |
| Paille : 3000 kil. à 4 fr. les 100 kil., soit | 120.00 |
| Total | 502.50 |

Tandis que sur la parcelle témoin qui n'avait pas reçu d'engrais la récolte n'a été que de :

| | Fr. |
|---|---|
| Grain : 800 kil. à 17 fr | 136.00 |
| Paille : 1200 kil. à 4 fr | 48.00 |
| Total | 184.00 |

Notre dépense d'engrais ayant été de 77 fr. 02 et notre produit supplémentaire de 502 fr. 50 — 184 = 318 fr. 50 on voit que le bénéfice attribuable à l'engrais est de :

318 fr. 50 — 77 fr. 02 = 241 fr. 48.

Ce qui prouve l'excellent effet d'une bonne fumure azotée et phosphatée sur la culture des céréales.

Ce fait est d'autant plus intéressant à signaler que jusqu'à ces dernières années beaucoup d'agronomes ont dit et écrit que l'emploi des engrais azotés sur les Graminées ne produisait pas généralement tout l'effet qu'on en attendait, qu'il donnait même souvent lieu à des déceptions.

On voit que tel n'est pas le cas dans les terres de la Brie champenoise.

Il résulte de ces faits une certitude absolue, c'est que la culture française pourra encore se tirer d'affaire et réaliser même d'assez sérieux bénéfices si l'on joint bientôt aux mesures douanières de protection déjà prises une bonne loi facilitant le crédit au cultivateur et lui permettant de faire à son sol les avances d'engrais nécessaires pour porter sa production au maximum possible. C'est ce que nous attendons avec une légitime impatience.

---

## BIBLIOGRAPHIE

**Analyses de divers produits agricoles.** *Bulletin du département de l'agriculture des État-Unis. Division de chimie.* Première partie : *Étude du beurre et du lait;* deuxième partie : *Épices et condiments;* troisième partie : *Boissons alcooliques*[1]. — Nous croyons devoir signaler aux chimistes des stations agronomiques qui sont souvent appelés à exécuter des analyses de produits alimentaires les trois fascicules déjà publiés par le département de l'agriculure des États-Unis; ils y trouveront décrites avec détails toutes les méthodes analytiques habituellement employées dans ces recherches et de plus des reproductions photographiques des préparations microscopiques des produits purs ou mélangés; cette méthode d'observation n'est pas toujours d'un emploi sûr pour le beurre, mais elle est au contraire excellente pour reconnaître les matières souvent mêlées aux condiments.

Les nombreux tableaux d'analyse que renferment ces publications seront également consultés avec fruit pour fixer la composition habituelle des diverses matières étudiées.

**Champ d'expériences et de démonstration d'Eure-et-Loir, 1886-87,** par M. GAROLA, professeur départemental d'agriculture. — M. Garola vient de réunir en une brochure très instructive les résultats obtenus dans le départe-

1. *Foods and food adulterants.* — *Dairy Products,* by M. Wileq. — *Spices and Condiments,* by Clifford Richardson. — *Fermented alcoolic beverages,* by Crampton. — Washingson. Government printing office, 1887.

ment d'Eure et-Loir pendant l'année dernière. Cette publication est très instructive, parce que M. Garola a lié la composition des divers sols sur lesquels il a expérimenté, à l'action qu'y ont exercée les engrais ; de la comparaison entre les chiffres trouvés au laboratoire et les récoltes obtenues au champ d'expérience, découle des règles que peuvent utiliser les praticiens.

1° *Champ d'expériences de Lucé.* — Le sol est particulièrement riche en matières organiques, à peine calcaire, renfermant 1,4 pour 1,000 d'acide phosphorique et seulement 0,76 de potasse soluble dans les acides; malgré la quantité notable d'acide phosphorique contenue dans le sol, les engrais phosphatés ont exercé sur la culture de l'orge une action marquée, les nodules simplement réduits en poudre ont fourni la même récolte que les superphosphates; sur défrichement de luzerne le blé Dattel a bénéficié des phosphates, de la potasse et aussi de l'azote.

Le point à retenir est que sur un sol riche en débris organiques, les phosphates insolubles exercent une action favorable; c'est un fait indiqué depuis longtemps (1857); la potasse dont l'influence est rarement très marquée a augmenté la récolte sur ce sol qui n'en renferme que de très petites quantités.

*Champ d'expériences de Cloches.* — Sur ce champ d'expériences de Cloches, M. Garola a été secondé par un cultivateur, M. Oscar Benoist, qui a exécuté ses essais avec autant de soins que de succès; le sol est moins riche en débris organiques que celui de Lucé, il est beaucoup plus pauvre en acide phosphorique mais plus riche en potasse.

Sur la culture de la betterave l'influence de l'acide phosphorique a été remarquable, mais cette influence n'a été marquée que lorsque l'acide phosphorique a été donné sous forme de superphosphate; à l'état de phosphate fossile son influence a été nulle, ce qu'il faut attribuer à la faible quantité de matières organiques du sol. La potasse a exercé une action manifeste sur la culture des betteraves; toutefois c'est sur la luzerne que l'influence de ces engrais minéraux a été particulièrement sensible, puisqu'ils ont fait passer la récolte de 52 $^{qm}$,5 de foin à l'hectare obtenus sur la parcelle sans engrais à 73 quintaux métriques.

*Champ d'expériences de Gas.* — Les expériences de M. O. Benoist ont été disposées sur une culture d'orge, le sol ne renfermant que 0$^{gr}$,58 d'acide phosphorique par kilo; l'emploi des engrais phosphatés y était donc indiqué, mais il convenait de rechercher sous quelle forme l'acide phosphorique devait être employé, or tandis que sans phosphate on obtenait 19$^{q}$,75 à l'hectare, le phosphate des Ardennes en donnait 21, les scories Thomas 31, le superphosphate en fournissait 35; la différence d'efficacité entre des scories et des superphosphates est minime, et comme celles-là sont vendues à très bon compte, elles sont d'un emploi plus avantageux.

*Sur le champ d'expériences de Villeneuve,* on a essayé un grand nombre de variétés de blé; celui qui a donné le résultat le plus avantageux a été le blé de Bordeaux, puis le blé Dattel qui a fourni 30 quintaux métriques à l'hectare; c'est là un rendement que j'ai souvent obtenu à Grignon, mais tandis que le blé à épi carré et le rouge d'Écosse m'ont fourni habituellement des rendements plus élevés, M. Garola ne considère pas l'emploi de ces variétés comme avantageuses pour la Beauce, ils s'y échaudent facilement et donnent de mauvais grains.

Sur le champ de démonstrations de *Janville-au-Sel* dirigé par M. Lemaire, et établi sur une terre calcaire, on a reconnu que l'emploi du nitrate de soude était avantageux, mais qu'au contraire le sulfate d'ammoniaque exerçait une influence funeste. M. Garola donne encore les résultats obtenus aux champs de démonstration de Villemesle dirigé par M. Méritte, des Haies-Guitton dirigé par M. de Rivero, de Plancheville dirigé par M. Guérin, de Vigny dirigé par M. F. Dramard, de Roinville-sous-Auneau dirigé par M. Cintract, de Gas dirigé par M. Olivier Benoist, de Brezolles dirigé par M. Toutain, de Saint-Cheron dirigé par M. Lemaître, d'Yerville dirigé par M. Levassor et de Nogent-le-Rotrou dirigé par M. Fardouet.

Il y a donc dans le département un mouvement très accentué, un désir très vif de mieux faire et il semble qu'il faille d'une part féliciter le professeur Garola d'avoir su inspirer aux cultivateurs avec lesquels il est en relation, cet ardent désir du progrès qui est la condition même de la réussite, et les cultivateurs eux-mêmes de vouloir bien s'astreindre à exécuter des essais toujours fort coûteux, fort pénibles et qui exigent une grande force de volonté.

La démonstration de l'influence heureuse des engrais salins n'est plus à faire dans l'Eure-et-Loir, et il est vraisemblable que, bien employés, ils détermineront l'élévation des rendements. Je me permettrai de conseiller à M. Garola un mélange qu'il ne paraît pas préconiser habituellement et qui m'a cependant donné depuis longtemps d'excellents résultats à Grignon et que M. Ladureau a essayé récemment avec avantage, c'est l'association du fumier et de l'azotate de soude; pour la culture de l'avoine notamment, il m'a toujours fourni infiniment plus que l'emploi isolé de chacun de ces deux engrais.

Je ne saurais trop louer, je le répète, M. Garola d'avoir donné la composition de ses champs d'expériences; s'il en a le loisir, il serait très utile qu'il donnât également celle de ses champs de démonstrations ; de la comparaison de l'influence des engrais et de la composition du sol découlent des conséquences qui n'ont plus seulement un intérêt local, mais qui contribuent aux progrès mêmes de la science agricole.

P.-P. D.

**Manuel pratique pour le traitement des maladies de la vigne**, par MM. Viala et Ferrouillat. Montpellier, 1888, 2 francs. — Si la vigne a été atteinte depuis plusieurs années par diverses maladies, dont quelques-unes d'une gravité exceptionnelle, les viticulteurs ne se sont jamais laissé abattre, ils ont lutté avec un courage opiniâtre qui a fini par leur assurer la victoire. Ce sera la gloire de l'école de Montpellier d'avoir toujours été à l'avant-garde ; elle ne s'est pas bornée à étudier avec soins les diverses parasites qui attaquent nos vignobles, elle a cherché les moyens de les combattre, ou quand elle avait été devancée, elle a au moins contribué à faire connaître les remèdes efficaces.

C'est à ce genre de publication qu'appartient l'ouvrage de MM. Viala et Ferrouillat, dans lequel sont passés en revue le mildew, les rots : black rot, rot blanc et rot bitter rot, puis l'oïdium, puis l'antrachnose, et enfin le pourridié; chacune de ces maladies est caractérisée, et la description qui permet de la reconnaître est suivie du mode de traitement qu'il convient d'appliquer; la sixième partie de l'ouvrage est consacrée aux appareils de traitement, divisés en deux

sections, les appareils à poudre et ceux à liquide; pour que les viticulteurs soient complètement renseignés, l'ouvrage se termine par un calendrier des traitements et leur prix de revient.

Il est bien inutile de souhaiter aux publications de MM. Viala et Ferrouillat le succès, il est assuré; la rapide diffusion de leurs précédents ouvrages permet de prophétiser sans crainte que le nouveau *Manuel* sera apprécié à sa juste valeur.

---

## CORRESPONDANCE

**Culture du blé à épi carré**, par M. OSMIN PETIT, secrétaire du Comice agricole de Saint-Amand (Cher). — Nous recevons d'un agriculteur distingué, M. Osmin Petit, chevalier de la Légion d'honneur, qui déjà a reçu de nombreuses récompenses agricoles et notamment en 1887 le prix Godard décerné par la Société des agriculteurs de France, à la meilleure culture de blé : une lettre très intéressante que nous croyons devoir mettre sous les yeux des lecteurs des *Annales*.

P.-P. D.

A M. Dehérain, membre de l'Institut,

Je viens de lire avec beaucoup d'intérêt, dans les *Annales agronomiques*, le compte rendu des cultures expérimentales que M. Porion et vous, avez exécutées à Wardrecques et à Blaringhem, et je pense vous être agréable en vous adressant les résultats obtenus dans mes cultures de 1887 avec le blé à épi carré (Scholley). — Le champ des Barattes sur lequel a eu lieu une des cultures du blé à épi carré, est formé d'une terre légère, médiocre, qui manque de profondeur, le sous-sol est perméable. A l'analyse cette terre a présenté la composition suivante :

| | Par kilogr. | A l'hectare en supposant une épaisseur de 20 centimètres. |
|---|---|---|
| | Gr. | Kil. |
| Acide phosporique | 1.05 | 4.200 |
| Potasse | 4.55 | 18.200 |
| Soude | 0.60 | 2.400 |
| Chaux | 7.75 | 31.000 |
| Magnésie | 6.32 | 21.280 |
| Azote | 1.67 | 6.680 |

La terre est très riche en potasse, assez riche en azote et en acide phosphorique, mais pauvre en chaux.

On a donné à l'hectare 500 kilos de superphosphate à 15 p. 100 d'acide phosphorique assimilable au moment où l'on a fait le semis; au printemps, on a ajouté 250 kilos de nitrate de soude. La terre a été insuffisamment préparée par un seul labour de défrichement d'un vieux sainfoin qu'on avait fait

pacager; on a semé à la volée 2 hectolitres à l'hectare, les 21, 22, 23 octobre; le blé a épié le 12 juin, on a fait la moisson le 25 juillet.

On a recueilli 15$^{qm}$,80 de grains à l'hectare correspondant à 20 hectolitres et 32 quintaux métriques de paille; le blé du pays ne donne habituellement sur cette terre que 12 hectolitres.

*Observation.* — La récolte de ce champ peut être considérée comme très bonne, si l'on tient compte du faible travail de préparation et de la petite quantité d'engrais employé.

Le champ de la Seigne sur lequel a eu lieu la seconde culture de ce blé à épi carré présente une étendue de 1$^{h}$,40; il est formé d'une terre forte, passable, à sous-sol imperméable; il n'était pas drainé au moment de la culture du blé.

L'analyse a fourni les résultats suivants :

| | Par kilogr. | A l'hectare en supposant une profondeur de 20 centimètres. |
|---|---|---|
| | Gr. | Kil. |
| Acide phosphorique | 1.05 | 4.200 |
| Potasse | 7.17 | 28.048 |
| Soude | 0.44 | 1.760 |
| Chaux | 12.17 | 48.680 |
| Magnésie | 5.61 | 22.440 |
| Azote | 1.56 | 6.240 |

Cette terre est considérée comme assez riche en acide phosphorique, très riche en potasse, en azote et en chaux.

L'année précédente on avait donné aux betteraves et aux pommes de terre, à l'hectare :

400 kil. de superphosphate à 15 p. 100.
300 kil. nitrate de soude.

On a distribué au blé :

50 mètres cubes de fumier à l'hectare.
400 kil. de superphosphate en semant le grain.
150 kil. de nitrate de soude en couverture au printemps.

On a semé deux hectolitres de grain à la volée les 6 et 8 novembre; l'épiaison a eu lieu le 16 juin, la moisson le 1$^{er}$ août.

On a recueilli 28 quintaux métriques à l'hectare correspondant à 35 hectolitres, et 60 quintaux métriques de paille; tandis que dans une culture de blé bleu, on a obtenu seulement 16 quintaux métriques à l'hectare, correspondant à 20 hectolitres avec 30 quintaux métriques de paille; ni le blé à épi carré, ni le blé bleu n'ont versé.

Le champ de la *Dargenterie* a encore reçu une culture de blé à épi carré; il a 2 hectares d'étendue, la terre est légère, bonne, elle repose sur un sous-sol imperméable non drainé; le blé a succédé à une graine de trèfle et de raygrass.

A l'analyse le sol a fourni les chiffres suivants :

| | Par kilogr. | A l'hectare en supposant une profondeur de 20 centimètres. |
|---|---|---|
| | Gr. | Kil. |
| Acide phosphorique............ | 0.53 | 2.120 |
| Potasse...................... | 3.18 | 12.720 |
| Soude........................ | 0.46 | 1.840 |
| Chaux........................ | 3.50 | 15.360 |
| Magnésie..... ............... | 2.01 | 8.040 |
| Azote........................ | 1.33 | 5.320 |

La terre est très pauvre en acide phosphorique et en chaux, très riche en potasse et en azote; on a distribué 100 hectolitres de chaux vive à l'hectare au printemps de 1887.

On a semé à la volée 2h,5 à l'hectare, les 4 et 5 octobre, l'épiaison a eu lieu le 8 juin, la moisson le 20 juillet. On a recueilli à l'hectare 25 quintaux métriques de grain pesant 79 kilos à l'hectolitre, la récolte correspond donc à 32 hectolitres, on a obtenu 65 quintaux métriques de paille. On estime que le blé du pays aurait fourni 16 quintaux métriques de grain.

Outre ces cultures pratiquées sur de grandes étendues on a procédé sur une petite surface à la sélection du blé Scholley. On a semé le 5 octobre 1886, dans une terre légère, en lignes espacées de 20 centimètres, des grains provenant d'épis présentant une longueur de 7 à 8 centimètres et contenant en moyenne 50 grains. On a recueilli à la moisson de 1881 des épis beaucoup plus longs, puisqu'ils avaient de 10 à 11 centimètres et renfermaient de 80 à 94 grains.

Le rendement rapporté à l'hectare a été en grains de 50 hectolitres pesant 80 kilos et en paille de 8,200 kilos.

Agréez, etc.

OSMIN PETIT.

Ces expériences présentent le plus vif intérêt, il en résulte visiblement que l'épi carré peut parfaitement s'aclimater dans la France centrale et y donner aisément de 30 à 35 hectolitres à l'hectare. Cette conclusion s'appuie non seulement sur les cultures étendues de M. Osmin Petit, mais surtout de son essai de sélection. Pour que les épis obtenus aient surpassé d'une façon si manifeste ceux dont ils étaient issus, il faut certainement que la variété à épi carré ait trouvé dans le Cher des conditions climatériques convenables. Or l'année 1887 a été relativement peu favorable, il n'est guère douteux qu'avec un été moins brûlant, on ne réussisse à obtenir des rendements de 35 à 40 quintaux métriques à l'hectare. En effet, les rendements de M. Osmin Petit en 1887 sont voisins de ceux que j'ai obtenus à Grignon avec le blé Scholley; or, en 1885, cette même variété m'avait fourni 40 quintaux.

P.-P. D.

# REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

## Physiologie végétale.

**Sur la formation de l'oxalate de chaux dans les feuilles**, par M. A.-F.-W. SCHIMPER [1]. — On peut dire que chacun des physiologistes qui ont eu à s'occuper de la signification biologique des dépôts d'oxalate de chaux dans les tissus, a érigé son hypothèse particulière. Sans compter que ces nombreuses théories purement spéculatives ne reposent sur aucun fondement expérimental, il est à remarquer que toutes rattachent la formation de l'oxalate de chaux à quelque phénomène physiologique uniforme dans tous les cas; les auteurs, en d'autres termes, semblent admettre *à priori* que la cristallisation de ce sel est l'indice d'une réaction toujours la même. C'est ainsi que Mulder considère l'acide oxalique comme un produit de la réduction de l'acide carbonique ayant son siège dans les cellules assimilatrices. M. Holzner et M. de Vries se sont laissé entraîner à des généralisations analogues qu'il serait trop long d'exposer ici : à toutes ces conclusions hâtives, M. Schimper oppose un doute inspiré par le désir de ne bâtir que sur un terrain solide. Rien ne nous autorise, dit-il, à croire que la formation de l'oxalate de chaux a toujours la même signification dans la métamorphose des principes immédiats organiques et des substances minérales. L'acide oxalique, en effet, résulte facilement de l'oxydation d'un grand nombre de matières organiques diverses et la chaux ne manque jamais dans aucune plante verte.

Jusqu'à ce jour, les recherches expérimentales sur la formation de l'oxalate de chaux dans les plantes font entièrement défaut. Elles seules pourraient pourtant amener la solution des controverses. Le travail que nous allons analyser est un premier et important essai dans cette voie. Partout l'auteur s'est laissé guider par l'expérience, et cède aussi peu que possible au besoin de compléter ses vues par l'hypothèse.

### I. Formation de l'oxalate de chaux.

L'oxalate de chaux est extrêmement répandu dans les tissus verts des plantes, sans être cependant aussi abondant que l'amidon. Il semble manquer à certaines familles, telles que les mousses, la plupart des fougères et des graminées.

De nouvelles analyses chimiques très minutieuses seront nécessaires pour nous renseigner plus exactement à ce sujet, car il n'est pas toujours facile de découvrir les très petits cristaux au microscope. Bien des feuilles qui, à la lumière ordinaire semblent privées de cristaux, apparaissent criblées de points brillants entre les nicols croisés, et ces points, insolubles dans l'acide acétique, solubles dans l'acide chlorhydrique, semblent être de l'oxalate de chaux. Si les dimensions de ces grains étaient encore plus faibles, ils cesseraient même d'être visibles dans le champ obscur à la lumière polarisée. Cependant MM. Berthelot et André ont montré que l'acide oxalique n'est pas répandu dans tout le règne végétal.

1. *Botan. Zeit.* 1888, n° 5-10.

*Méthode d'observation.* — Il s'agissait d'examiner la distribution de l'oxalate dans des feuilles entières ou au moins dans de grands fragments de feuilles. Il fallait donc rendre ces dernières transparentes. Pour cela, M. Schimper a eu recours au procédé qu'il a déjà employé à propos de ses recherches sur la migration de l'amidon. Les feuilles privées de leur chlorophylle et de l'air intercellulaire par l'alcool, ont séjourné pendant plusieurs heures dans une solution d'hydrate de chloral (8 d'hydrate de chloral pour 5 d'eau). Elles sortent de ce bain complètement transparentes quand elles ne sont pas trop épaisses. Quant à ces dernières on ne peut guère les étudier qu'en faisant des coupes. Les observations ont été faites le plus souvent à la lumière polarisée, soit entre les nicols croisés qui montrent les cristaux lumineux, incolores on colorés sur fond noir, soit entre les nicols parallèles, où ils apparaissent en noir sur fond clair. Dans l'un et dans l'autre cas, il ressortent beaucoup plus nettement qu'à la lumière ordinaire.

1° *Augmentation du dépôt cristallin avec l'âge.* Si l'on compare entre elles les feuilles d'un même rameau, on reconnaît facilement que très ordinairement la quantité des cristaux d'oxalate s'accroît lentement mais très nettement avec l'âge des feuilles. Chez la plupart des plantes, les jeunes feuilles complètement développées ne renferment que très peu de cristaux. Il y a cependant des exceptions parmi lesquelles il faut signaler surtout les plantes à raphides (Onagrariées, Ampélidées, etc.). Ainsi que Hanstein et Hilgers l'ont déjà dit, ces cristaux particuliers, en forme d'aiguilles, couchés par paquets dans un mucilage qui remplit le reste de la cellule, se trouvent entièrement développés dans les très jeunes feuilles encore en voie d'accroissement et ne s'accroissent plus ni en grandeur ni en quantité. Les feuilles qui ne contiennent que des raphides renfermeront par conséquent indéfiniment la même quantité d'oxalate de chaux.

Il en est tout autrement dans les cas de beaucoup plus fréquents, où les cristaux présentent une forme différente. La feuille jeune est très pauvre, la vieille feuille très riche en oxalate. L'auteur cite comme les exemples les plusfrappants l'*Acer negundo*, le sureau (sable cristallin dans certaines cellules du parenchyme spongieux), l'orme, l'aulne, le marronnier d'Inde, le houblon, etc. Il est à remarquer que ce phénomène de l'accumulation de l'oxalate est beaucoup plus net dans les feuilles poussées à l'ombre que dans celles qui ont végété au soleil.

2° *Influence de la lumière sur la formation de l'oxalate de chaux.* — Les feuilles vivement éclairées renferment beaucoup plus d'oxalate que les feuilles placées à l'ombre. Chez les premières les cristaux sont à la fois plus nombreux et plus volumineux. Il est dès lors facile de comprendre pourquoi l'accroissement des cristaux avec l'âge est moins apparent. La quantité d'oxalate formé restant la même, l'accroissement en diamètre des cristaux est d'autant plus faible que les cristaux sont plus gros.

Si on soustrait à l'influence de la lumière un rameau d'érable, on trouve qu'au bout d'un mois les feuilles ne sont guère plus riches en oxalate qu'avant l'expérience, tandis que celles des rameaux voisins, laissés dans les conditions normales, se sont notablement enrichies.

Il est donc établi que la formation de l'oxalate dépend dans une large

mesure de l'influence de la lumière, mais cela ne veut pas dire que tout l'oxalate contenu dans la feuille s'est formé sous cette influence. On va voir, au contraire, que les cristaux apparus pendant l'accroissement de la feuille se sont formés, au moins en partie, indépendamment de la lumière, mais l'accroissement et respectivement la multiplication des cristaux s'arrêtent dans la feuille adulte dès qu'on la maintient à l'obscurité.

Si l'on fait pousser à l'obscurité, le *Convolvulus arvensis*, on ne trouve dans les vieilles feuilles comme dans les jeunes que de très petits cristaux, tandis que l'oxalate s'accumule dans les feuilles d'une pousse étiolée de la même plante cultivée au soleil. Un *Pelargonium zonale* cultivé, pendant plusieurs semaines dans un lieu très faiblement éclairé, a formé dans les feuilles en voie d'accroissement de très petits cristaux qui n'ont plus augmenté ni quant à leur nombre ni quant à leur volume, mais la plante ayant été transportée au soleil, la quantité d'oxalate n'a pas tardé à s'accroître. Par contre les faisceaux de raphides de l'*Ampelopsis hederacea* sont absolument concordants dans les plantes normales et étiolées.

Il y a donc lieu de distinguer : *a*) un dépôt d'oxalate *primaire*, s'opérant pendant l'accroissement de la feuille et indépendamment de la lumière ; *b*) un dépôt d'oxalate *secondaire*, qui s'effectue dans la feuille adulte (c'est-à-dire parvenue à ses dimensions définitives) sous l'influence de la lumière. En automne, pendant que la feuille se vide, il se développe rapidement de très grandes quantités d'oxalate que l'auteur classe à côté des deux catégories procédentes sous le nom de *c*) oxalate *tertiaire*, mais dont il ne s'est pas occupé d'une manière approfondie.

Bien des feuilles ne contiennent, outre l'oxalate tertiaire, que de l'oxalate primaire (Onagrariées et autres plantes à raphides), mais la plupart offrent à la fois l'oxalate secondaire et primaire, et ce dernier alors en quantité relativement très faible.

A ces différences, entre l'oxalate primaire et le secondaire, vient encore s'en ajouter une autre fort intéressante.

Il est facile de choisir sur un negundo des feuilles panachées dont quelques folioles sont entièrement blanches, tandis que d'autres sont entièrement vertes.

Nous verrons que la foliole verte est aussi riche en oxalate que la feuille normale, tandis que la foliole blanche ne présente que de rares et petits granules cristallins. Si nous comparons entre elles des folioles blanches d'âge différent, nous les trouvons également pauvres en oxalate : avant d'avoir achevé sa croissance, la foliole contient déjà d'aussi gros et d'aussi nombreux cristaux que peu avant sa mort. La lumière est sans influence sur la formation de l'oxalate de chaux dans les feuilles privées de chlorophylle. En mourant les feuilles blanches font de l'oxalate tertiaire comme les feuilles normales, mais en quantité moindre.

Les autres plantes panachées formant normalement de l'oxalate secondaire, se comportent de la même manière : érable plane, marronnier, sureau, orme, *Pelargonium*, etc.

Il n'en est pas de même des espèces qui ne forment que de l'oxalate primaire, des raphides. Les feuilles blanches ou les parties blanches des feuilles

panachées de *Fuchsia*, de *Funkia*, de *Coprosma* sont aussi riches en raphides que les feuilles vertes.

Jusqu'à présent nous ne pouvons pas conclure de ces observations que la formation de l'oxalate secondaire dépend de la chlorophylle comme celle de l'amidon par exemple. Il se pourrait que le sel fût tenu en solution dans les cellules incolores par des substances quelconques. Mais l'observation nous démontrera que les cellules blanches sont aussi capables que les vertes de déposer des cristaux d'oxalate, quand elles reçoivent des cellules vertes les matériaux nécessaires. Contentons-nous, pour le moment, de rappeler que les parties blanches des feuilles panachées sont notablement plus pauvres en chaux que les parties vertes.

M. Church[1] a trouvé :

| | ÉRABLE. | | DATURA. | | LIERRE. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | blanc. | vert. | blanc. | vert. | blanc. | vert. |
| Cendres............... | 2.02 | 3.08 | 2.20 | 2.47 | 2.38 | 2.24 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| Potasse............... | 45.05 | 12.61 | 35.30 | 16.22 | 47.20 | 17.91 |
| Chaux............... | 10.89 | 39.93 | 21.50 | 34.48 | 12.92 | 48.55 |
| Magnésie............... | 3.95 | 4.75 | 3.23 | 2.43 | 1.11 | 1.04 |
| Oxyde de fer......... | ? | | 3.11 | 3.11 | 2.62 | 2.31 |
| Acide phosphorique... | 14.57 | 8.80 | 9.51 | 7.29 | 10.68 | 3.87 |

Nous reviendrons plus tard sur le dépôt apparent d'oxalate secondaire dans les parties blanches des feuilles panachées. Qu'il soit dit en passant que ce phénomène est comparable à la formation de l'amidon dans les parties blanches recevant la glucose des parties vertes.

Les pétales et autres parties de la plante non colorées en vert, se comportent de même : elles peuvent contenir de l'oxalate primaire, mais non de l'oxalate secondaire.

Il y a donc lieu de se demander si la formation de l'oxalate de chaux n'est pas liée directement à l'assimilation, si l'acide oxalique n'est pas un produit accessoire de cette fonction qui se combinerait plus tard avec la chaux amenée par le courant de transpiration.

Pour répondre à cette question, M. Schimper a cultivé un pied vigoureux de *Pelargonium zonale* pendant un mois dans l'air privé d'acide carbonique et séché. La plante a développé plusieurs feuilles de grandeur normale, mais délicates, ne contenant aucune trace d'amidon mais des agglomérations cristallines d'oxalate aussi grosses et aussi nombreuses que dans les feuilles des plantes normales.

1. *Chemical News*, XXXVI, 1887, p. 237.

Il est donc établi que *la formation de l'oxalate secondaire dépend de la lumière et de la chlorophylle, mais non de l'assimilation.*

3° *Influence de la transpiration.* — La formation de l'oxalate primaire ne dépend pas directement de la transpiration, tandis que celle de l'oxalate secondaire est au plus haut degré influencée par elle. Cultivé sous cloche, *le Pelargonium* développe normalement l'oxalate primaire, mais peu d'oxalate secondaire. Dans une serre le *Tradescantia Selloi* forme beaucoup moins d'oursins d'oxalate mais autant de raphides que dans un appartement. Quant à l'oxalate primaire, il n'y a pas à s'étonner du résultat de l'expérience, puisqu'il se dépose dans des organes très jeunes dont la transpiration est nulle ou très faible.

### II. — Migration de l'oxalate de chaux.

On dit souvent que l'oxalate de chaux demeure inerte là où il a été formé. En réalité il est presque aussi mobile dans les feuilles que les produits de l'assimilation, mais le but de ses migrations est tout autre. Les produits de l'assimilation sont dirigés sur les lieux de consommation ou vers les organes de réserve, l'oxalate est éloigné comme un produit accessoire inutile.

La redissolution des cristaux est loin d'être rare comme on le croyait jusqu'à présent. En mai les feuilles de la symphorine contiennent de nombreuses agglomérations cristallines disséminées dans le mésophylle; en juin on ne les trouve plus que le long des nervures, mais en très grande quantité. Il est clair que le sel, quoique insoluble dans l'eau, s'est d'abord formé dans les cellules assimilatrices et qu'il émigre plus tard dans les cellules situées le long des nervures que de Bary appelle les chambres à cristaux. Des observations analogues ont été faites sur l'aulne et l'aubépine.

Il en résulte, en somme, que le lieu de dépôt des cristaux, n'est pas nécessairement le lieu de la formation de l'oxalate.

S il est vrai que la distribution de l'oxalate est très variable selon la plante, cela veut dire que le produit inutile est logé tantôt d'une façon, tantôt d'une autre.

La cellule chlorophyllienne est certainement le siège de la formation de l'oxalate secondaire. Nous savons en effet qu'elle dépend de la chlorophylle, nous voyons le sel passer du tissu assimilateur dans les chambres à cristaux, nous le trouvons chez un grand nombre de plantes indéfiniment logé dans le tissu assimilateur.

Le fait de la migration des cristaux apparaît surtout très nettement dans les feuilles panachées. Là où le tissu blanc touche au tissu vert, les cristaux sont presque aussi gros, aussi nombreux que dans ce dernier, mais à mesure qu'on s'éloigne des cellules chlorophylliennes, ils deviennent plus rares et plus petits; il en résulte comme corollaire que le tissu vert des feuilles panachées est lui-même plus pauvre en oxalate que le parenchyme vert des feuilles normales, tandis qu'au contraire les parties blanches d'une feuille panachée sont toujours plus riches en cristaux que les tissus d'une feuille entièrement blanche. On peut aisément observer tous ces faits sur les feuilles panachées des plantes déjà citées, négundo, érable, sureau, etc.

Une fois familiarisés avec cette idée nouvelle d'une migration de l'oxalate de chaux, nous ne serons pas loin d'admettre également sa migration, de la feuille

vers la tige, migration au moins très probable. Il serait difficile d'expliquer autrement l'accumulation énorme d'oxalate dans l'écorce primaire dont le parenchyme vert peu développé et mal éclairé n'a pu fournir cette quantité de sel. L'oxalate abonde toujours dans les gaines des faisceaux du limbe, dans le pétiole, et semble ainsi indiquer le chemin qu'il suit pour aller du limbe dans la tige.

Ajoutons que les rameaux du *marronnier*, ne portant que des feuilles blanches, ne présentaient que des traces d'oxalate de chaux dans l'écorce de la tige. MM. Berthelot et André enfin ont démontré que les oxalates s'accumulent d'abord dans les limbes, ensuite dans les pétioles et dans les tiges, si bien que, chez le *Rumex acetosa*, leur quantité, relative et absolue, devient plus forte dans les tiges que dans les limbes des feuilles.

### III. — Origine et signification biologique de l'oxalate de chaux.

Nous avons vu plus haut qu'il faut séparer rigoureusement l'oxalate primaire, secondaire et tertiaire; il est même possible que l'oxalate primaire représente le produit accessoire de réactions fort différentes, puisque l'acide oxalique prend naissance pendant l'oxydation de matières organiques très diverses et que la chaux ne saurait guère manquer.

Seule la formation de l'oxalate tertiaire peut passer pour expliquée physiologiquement. MM. Berthelot et André ont démontré en effet que dans les feuilles jaunies la quantité totale d'acide oxalique est à peu près la même que dans les feuilles vertes, mais que l'acide oxalique insoluble, c'est-à-dire celui de l'oxalate de chaux, a considérablement augmenté aux dépens de l'acide oxalique soluble. Une bonne partie de la potasse quitte les feuilles mourantes pour entrer dans la tige. Il paraît donc évident qu'il y a ici double décomposition de l'oxalate de potasse et des sels de chaux, que la chaux fixe à jamais l'acide oxalique inutile et que la potasse liée à des acides au moins en partie utilisables (acide nitrique, phosphorique, sulfurique) émigre dans la tige.

Les travaux de MM. Berthelot et André ne nous fournissent que peu de renseignements sur la genèse de l'oxalate primaire et secondaire. Nous pouvons nous borner à noter ce fait que la quantité absolue d'acide augmente jusqu'à la mort, pour diminuer un peu, sans doute par oxydation, pendant le jaunissement des feuilles.

M. Schimper pense que la question ne sera résolue que lorsqu'on connaîtra mieux le rôle de la chaux dans l'économie de la plante verte.

Jusqu'à présent nous ne savons bien qu'une chose, c'est que la chaux est un aliment indispensable de la plante.

M. Bœhm, dans ses travaux sur la culture du haricot d'Espagne[1], constate une espèce de pléthore amylacée dans les parties inférieures des plantes cultivées dans l'eau distillée, pléthore qui cesse aussitôt qu'on ajoute un peu de chaux au milieu nutritif. Il croit que la chaux joue un rôle dans la formation des membranes cellulaires et qu'elle intervient d'une manière quelconque dans la migration des principes immédiats. MM. von Raumer et Kellermann[2] sont

1. Voy. *Ann. agron.*
2. *Ueber die Function des Kalks im Leben der Pflanzen. Landw. Versuchsst.*, 1880, t. XXV.

arrivés aux mêmes résultats expérimentaux et partagent l'avis de M. Bœhm quant à la formation des membranes cellulaires.

En cet état, M. Schimper a lui-même entrepris des cultures dans des solutions nourricières dont la composition est indiquée ci-dessous. Nous les désignerons plus tard simplement par leurs numéros d'ordre.

SELS DANS 1000 GRAMMES D'EAU (EN GRAMMES)

*A. — Solutions normales.*

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Nitrate de chaux | 0.94 | — | — |
| Phosphate de potasse | 0.46 | 0.23 | 0.23 |
| Nitrate de potasse | — | 0.94 | 0.94 |
| Sulfate de magnésie | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| Sulfate de chaux | — | excès. | — |
| Phosphate de chaux | — | — | excès. |
| Perchlorure de fer | traces. | traces. | traces. |

*B. — Solutions incomplètes.*

IV. — Sans chaux. Même composition que II et III, mais sans chaux.

V. — Sans azote.

| | |
|---|---|
| Phosphate de potasse | 0.46 |
| Sulfate de magnésie | 0.23 |
| Sulfate de chaux | excès. |
| Perchlorure de fer | traces. |

VI. — Sans potasse et sans magnésie.

| | |
|---|---|
| Nitrate de chaux | 0.94 |
| Sulfate et phosphate de chaux | excès. |
| Perchlorure de fer | traces. |

L'auteur a cultivé dans ces solutions le sarrazin, le maïs, le pois et des rameaux feuillus du *Trandescantia Selloi*. La croissance a été à peu près normale dans les solutions complètes. Dans la solution sans chaux, les cotylédons du sarrazin ont acquis les dimensions normales, mais le bourgeon s'est fort peu développé et n'a pas tardé à se dessécher, tandis que l'axe hypocotylé et les cotylédons ont continué à vivre pendant deux ou trois semaines. Le maïs et les pois ont présenté à peu près les mêmes phénomènes, mais ont acquis un développement plus fort conformément à la quantité plus grande de matériaux de réserve accumulés dans les graines, mais ici encore les sommités sont mortes bien avant les autres parties des plantes.

Les résultats obtenus dans la solution VI (sans potasse et sans magnésie) contrastent d'une manière frappante avec les autres. Les cotylédons de sarrazin

sont restés petits, mais le bourgeon a encore formé deux ou trois petites feuilles et même, dans un cas, une fleur. Le maïs n'a également formé qua des feuilles courtes et étroites, le bourgeon n'a pas péri, les pois ont continué à s'accroître par leur sommet, tandis que les vieilles feuilles ont en partie péri.

Le *Tradescantia Selloi* a fourni les résultats les plus instructifs.

Le développement a été normal dans toutes les solutions pendant les premières trois semaines; il a continué ainsi dans les solutions complètes. La solution sans chaux et celle sans potasse et sans magnésie ont ensuite causé des modifications très nettes. Dans les solutions sans chaux les feuilles successives sont devenues de plus en plus petites, portant des places brunes et mortifiées, les bourgeons se sont enfin desséchés; dans la solution sans potasse ni magnésie au contraire, l'accroissement spécial a continué, mais les vieilles feuilles sont mortes. Au fond ces phénomènes sont les mêmes que chez les autres plantes, mais les différences sont beaucoup plus saillantes. Le microscope révèle encore d'autres différences particulièrement intéressantes. La potasse faisant défaut les feuilles étaient complètement privées d'amidon et de glucose. L'assimilation avait cessé, mais la migration des hydrates de carbone avait continué tant qu'il en restait dans les feuilles, les points végétatifs avaient donc pu s'allonger pendant un certain temps; les plantes sont mortes finalement d'épuisement : ce sont précisément les symptômes que l'on observe quand on cultive les plantes dans l'air privé d'acide carbonique.

Il suffisait d'ajouter un peu de salpêtre à la solution pour voir l'assimilation reprendre et des bourgeons se former là où les points végétatifs étaient morts. Il en résulte que ces phénomènes ne peuvent pas être attribués au défaut de la magnésie dans la solution VI.

Le *Tradescantia* cultivé dans la solution privée de chaux a donné des résultats microscopiques totalement différents. Les feuilles étaient surchargées d'amidon, elles en renfermaient beaucoup plus que celles des plantes normales. L'assimilation avait continué sans accident, feuilles et tiges étaient restées saines et cependant les bourgeons avaient cessé de se développer.

Comparons maintenant les feuilles des plantes privées de chaux à celles des plantes normales. Dans les premières, observées à la lumière polarisée, on ne voit luire que les parois cellulaires, tandis que les secondes donnent une image brillante de raphides et d'innombrables agglomérations d'oxalate de chaux. Ces feuilles ayant existé avant la mise en culture, il est clair que les cristaux d'oxalate de chaux ont été entièrement dissous dans la plante privée de chaux. Si on ajoute un peu de sel de chaux à la solution, les cristaux reparaissent au bout de huit ou neuf jours.

Traitées par l'hydrate de chloral iodé les feuilles normales sont d'un violet pâle, l'amidon est plus abondant le long des nervures qu'ailleurs. Les feuilles privées de chaux sont tout autres : des champs anguleux d'un violet foncé, séparés par des nervures jaunes. L'amidon s'est accumulé dans les cellules assimilatrices mêmes, tandis que les cellules conductrices sont restées vides. Si la pléthore était plus spécialement due à la non-utilisation, l'hydrate de carbone se serait surtout accumulé dans les voies d'écoulement. Il est donc plutôt probable que la glycose ne peut pas passer d'une cellule à l'autre dans une plante privée de chaux.

L'épiderme a été pour M. Schimper l'occasion d'une observation encore plus probante. Il renferme d'assez gros leucoplastides qui, chez la plante normale, fabriquent d'assez fortes quantités d'amidon, mais n'en forment guère ou point du tout dans la plante privée de chaux, quoique les cellules assimilatrices sous-jacentes soient bourrées d'amidon. Nous savons que les leucoplastides ne peuvent faire de l'amidon qu'aux dépens de la glycose qui leur est offerte par les cellules assimilatrices. Malgré le chemin minime à parcourir, la glycose n'a pu passer d'une cellule assimilatrice dans la cellule épidermique placée immédiatement au-dessus.

Il est donc évident que la présence de la chaux est nécessaire à la migration des hydrates de carbone.

Tout ceci ne nous renseigne pas sur la nature même du rôle que la chaux doit jouer dans la migration de ces corps.

Sans donner trop de valeur à une simple hypothèse, M. Schimper rappelle que la dextrose forme avec la chaux des combinaisons peu stables et il pense qu'une de ces combinaisons calcaires pourrait bien être la forme de voyage des hydrates de carbone. Si cela était vrai, nous pourrions comprendre du même coup la formation de l'oxalate primaire dans les tissus en voie d'accroissement : les hydrates de carbone serviraient à l'édification des parois cellulaires, des corps protoplasmiques, etc., tandis que la chaux désormais inutile serait précipitée à l'état d'oxalate.

### IV. — De l'oxalate de chaux secondaire.

D'après Holzner l'oxalate de chaux provient du phosphate et du sulfate de chaux du sol. C'est cette hypothèse qui, parmi toutes celles qui ont été émises, a trouvé le plus de partisans, et que M. Schimper soumet aux épreuves expérimentales que nous allons exposer brièvement. Il commence par joindre aux deux sels cités par Holzner le nitrate de chaux qui constitue avec le nitrate de potasse la source la plus importante de l'azote et qui certainement est assimilé par la plante en plus grande quantité que le sulfate et le phosphate.

M. Schimper a recours encore une fois aux cultures dans les solutions citées plus haut. La solution complète I, qui renferme la chaux à l'état de nitrate, donne sous le rapport de la formation de l'oxalate secondaire des plantes comparables à celles qui vivent enracinées dans la terre. Sans aucun doute la chaux de l'oxalate secondaire provient dans ce cas du nitrate. Un *Tradescantia* débarrassé de ses raphides par la culture dans une solution privée de chaux refait des raphides et des oursins d'oxalate quand on le transporte dans la solution I. D'un autre côté les plantes ont nécessairement enlevé au nitrate de chaux l'azote de leurs matières protéiques. L'oxalate de chaux secondaire est donc dans ce cas le produit accessoire inutile de l'assimilation de l'azote soustrait au nitrate de chaux du sol ; une partie de la chaux a servi au transport des hydrates de carbone à la suite duquel, elle a peut-être été déposée dans les jeunes tissus à l'état d'oxalate primaire, une autre partie a été incorporée dans les parois cellulaires sous une forme inconnue.

Les cultures dans les solutions II et III prouvent que, le phosphate et le sulfate de chaux étant offerts comme seule source respectivement de phosphore ou de soufre, il se développe également des cristaux d'oxalate secondaire.

La chaux joue donc *au moins* un double rôle dans l'organisme de la plante : elle est indispensable à la migration des principes immédiats et ne peut être remplacée sous ce rapport par aucune autre base : elle sert à donner aux plantes l'azote, le soufre et le phosphore sous une forme assimilable, mais sous cet autre rapport elle peut être remplacée par d'autres terres ou par des alcalis.

Comment et où les sels inorganiques de chaux sont-ils élaborés? Nous voyons apparaître dans les cellules assimilatrices l'un des produits finals de ce phénomène complexe, l'oxalate de chaux secondaire, mais cela ne nous renseigne nullement sur le lieu où commence toute la chaîne des réactions.

S'il est vrai que les sels inorganiques sont élaborés dans les cellules vertes, on doit pouvoir en démontrer la présence dans les feuilles; et, en effet, de nombreuses analyses de cendres ont montré que les phosphates et les sulfates ne manquent jamais dans les feuilles. Quant aux nitrates, leur existence dans les parties vertes des plantes a été également démontrée depuis longtemps[1]. MM. Berthelot et André ont trouvé le nitrate de potasse dans toutes les plantes nombreuses qu'ils ont étudiées. Mais les nitrates sont très inégalement répartis dans les diverses parties de la plante. Les tiges sont riches, les racines moins, les feuilles sont de beaucoup plus pauvres.

Il est important avant tout de recourir ici aux réactifs microchimiques, la diphénylamine pour les nitrates; la réaction du molybdate d'ammoniaque dans l'acide nitrique introduite par M. Hausen pour les phosphates, enfin pour les sulfates alcalins, une solution étendue de sulfate de nickel, qui donne des sels doubles très bien cristallisés et très reconnaissables lorsqu'on en imbibe la préparation pour la laisser sécher ensuite.

A l'aide de ces réactions, M. Schimper a recherché les nitrates, phosphates et sulfates dans un grand nombre de plantes. Les nitrates et les phosphates ont été trouvés presque partout, les sulfates seulement chez le chou et le *Crambe maritima*. Il ne faut pas oublier que la réaction des sulfates est beaucoup moins sensible que les autres et que l'auteur a surtout porté son attention sur les deux premières catégories de sels. Il a été constaté que la composition du sol a bien une influence sur les quantités de sels contenus dans les feuilles, mais en outre chaque plante jouit sous ce rapport d'aptitudes spécifiques; une espèce accumule de préférence des nitrates, l'autre des phosphates, une autre encore, et celles-là sont plus rares, à la fois les deux sels. D'autres plantes enfin sont si peu exigeantes qu'elles ne donnent pas les réactions microchimiques lorsqu'elles ont poussé dans un sol ordinaire. Il ne faudrait pas en conclure que les sels n'y existent pas, car les analyses chimiques montrent plutôt qu'ils sont répandus partout. Quoique moins sensibles que l'analyse, ces réactifs microchimiques présentent cet avantage qu'on peut étudier facilement la distribution des sels dans les tissus.

Les nitrates abondent presque toujours dans les feuilles poussées à l'ombre du sureau, de la plupart des Composées, des Chénopodiacées, Amarantacées, Cucurbitacées, Solanées, Crucifères, etc. Le réactif ne les a pas décélés chez le marronnier, l'orme, les Labiées, les Papilionacées.

1. La première fois peut-être par Stahl, *Fundamenta chymiæ*, 1747, pars II, p. 105.

On a trouvé les phosphates chez le marronnier (en abondance), chez l'*Alternonthera, Chenopodium, Arum, Bryonia, Dipsacus*, etc.

La distribution de ces sels dans la feuille n'est pas uniforme. On sait déjà que les nitrates sont plus abondants dans les pétioles et les fortes nervures que dans le mésophylle. Or, les recherches microchimiques montrent que la feuille se divise d'une manière assez compliquée, en tissus riches et en tissus pauvres en sels. Le tissu le plus riche est le parenchyme à longues cellules disposé le long des fortes nervures et qui sert à la migration des hydrates de carbone. L'auteur, qui lui avait donné le nom de gaine conductrice (Leitscheide), lui applique maintenant celui, plus général, de parenchyme des nervures. A mesure qu'on passe des fortes nervures aux plus petites ramifications on voit les sels diminuer rapidement; le mésophylle lui-même est plus pauvre que les plus fines nervures.

Dans les plantes douées d'un grand pouvoir accumulateur, l'épiderme se distingue particulièrement par la grande quantité de nitrates qu'il renferme; en revanche on n'y a pas trouvé de phosphates et de sulfates. Les poils sont encore plus riches et le sont même tellement que M. Schimper les considère comme des organes destinés à éloigner provisoirement ou définitivement non seulement les nitrates mais les sels minéraux en général.

Des feuilles de marronnier d'Inde, qui à l'état normal ne donnent pas de réaction avec la diphénylamine, ayant été placées pendant six jours dans la solution normale, ont accumulé des nitrates dans la nervure médiane et dans les nervures secondaires; le reste était privé de nitrates, sauf les longs poils bruns de la face inférieure de la feuille. Ces poils contenaient une solution si concentrée de nitrates qu'un seul a suffi pour colorer en bleu une goutte du réactif.

Les poils du *Stachys lanata*, qui à l'état ordinaire ne renferment que de l'air, se remplissent de gouttelettes d'une solution très concentrée de nitrate de chaux, lorsqu'on place un rameau de cette plante pendant quelques jours dans une solution de ce sel à 1 p. 100.

Le phosphate de potasse s'est accumulé de la même manière dans les poils d'un *Ageratum* qui, enraciné dans la terre, avait été arrosé deux fois en une semaine avec une solution de ce sel à 0,2 p. 100.

Le pouvoir d'accumuler les nitrates appartient non seulement aux plantes intactes mais encore aux rameaux coupés et même à chaque feuille isolée. Deux ou trois jours suffisent pour qu'une feuille de marronnier, ne donnant d'abord pas la réaction bleue avec la diphénylamine, et placée dans la solution normale, renferme une solution de salpêtre beaucoup plus concentrée que la liqueur nourricière. Cette dernière ne se colore pas avec le réactif, tandis que la feuille prend une teinte bleu foncé. On peut amener artificiellement une très forte acccumulation de nitrates dans les feuilles des plantes d'appartement en les arrosant avec une solution de salpêtre à 1 p. 1000.

Il est donc clair que les nitrates parviennent non décomposés jusque dans les feuilles.

Des essais tout à fait semblables ont conduit à constater l'accumulation de l'acide phosphorique dans les feuilles de plantes très variées.

Si nous rapprochons cette accumulation de nitrates, de phosphates et de

sulfates dans les feuilles de cet autre fait du dépôt constamment grandissant d'un produit accessoire de la décomposition du nitrate, du phosphate et du sulfate de chaux, c'est-à-dire de l'oxalate de chaux, on ne peut être éloigné de croire que ce sel est élaboré dans les feuilles mêmes, que les produits utiles, tels que les combinaisons des amides, les matières albuminoïdes, passent de la feuille dans la tige, tandis que les produits inutiles, tels que l'oxalate et le carbonate de chaux, restent en place ou sont logés dans le voisinage.

M. Schimper cherche maintenant à prouver l'exactitude de cette hypothèse. Pour cela, il alimente des feuilles coupées avec des sels minéraux afin de voir si ces sels sont décomposés et si la feuille les emploie à fabriquer des matières organiques. Les résultats des expériences ne laissent rien à désirer sous le rapport de la clarté.

Une première série a porté sur des feuilles étiolées de *Pelargonium* placées dans les solutions I (nitrate de chaux), II (sulfate de chaux), V (sans azote), IV (sans chaux), dans l'eau de source et dans l'eau distillée.

Dans les solutions normales les feuilles ont vécu 3-6 semaines. Leurs limbes se sont agrandis au quadruple ou au quintuple du diamètre, les pétioles ont grossi et se sont solidifiés. Les feuilles étaient moyennement riches en amidon et renfermaient de nombreuses et grosses agglomérations d'oxalate de chaux. Dans les solutions sans azote ou sans chaux, les limbes ont bien grandi un peu, mais le pétiole s'est mortifié de bas en haut, si bien qu'au bout de 10-12 jours le bord des limbes lui-même avait jauni jusque vers la moitié de leur largeur. L'oxalate de chaux n'a pas augmenté. La végétation n'a duré que quelques jours dans l'eau distillée, tandis que les feuilles ont vécu cinq semaines dans l'eau de source, sans grandir beaucoup, mais en formant beaucoup d'amidon et, chose surprenante, pas d'oxalate, quoique l'eau fût riche en calcaire. Il est donc probable que la chaux de l'oxalate secondaire ne provient qu'en faible partie du carbonate.

Le *Chenopodium Bornus-Henricus* a fourni des résultats analogues.

Il est évident que ces feuilles ont assimilé les sels qu'on leur avait offerts, qu'elles les ont employés à la formation des albuminoïdes, de l'oxalate de chaux et d'autres principes immédiats.

M. Schimper ne se contente pas de ces preuves; il parvient à nous démontrer directement la décomposition des nitrates.

De grandes feuilles détachées de sureau contenant une quantité moyenne de nitrates ont été placées par la base de leur pétiole dans de l'eau. Au début la réaction des nitrates était assez nette pour l'épiderme et les petites nervures, plus accentuée pour les nervures latérales, très forte dans la nervure médiane. En 2-3 jours les nitrates ont disparu de l'épiderme et des petites nervures; en 4-5 jours les nervures plus fortes et même la nervure médiane étaient vidées.

Des feuilles de sureau préalablement débarrassées de leur nitrate et celles du marronnier ont été d'abord cultivées dans la solution I contenant du nitrate de chaux. Ce sel y ayant été accumulé on a placé les feuilles dans l'eau et on a pu constater la disparition progressive du nitrate de chaux comme précédemment celle du nitrate de potasse.

La décomposition des nitrates, phosphates et sulfates dans les feuilles est maintenant hors de doute et nous savons en outre qu'il se forme en même

temps de l'oxalate de chaux secondaire. Or ce dernier sel ne se produit qu'à la lumière et en présence de la chlorophylle. Nous sommes ainsi conduits à nous demander si l'assimilation des sels minéraux par les feuilles n'est pas liée aux mêmes conditions. On ne pouvait espérer une solution que pour les nitrates, parce qu'ils sont décomposés plus rapidement que les phosphates et les sulfates, et que la réaction qui en décèle la présence est plus sensible.

Quant à l'influence de la chlorophylle, il suffisait de faire des expériences comparatives sur les feuilles vertes et les feuilles blanches du sureau et du marronnier. Les nitrates disparaissent entièrement ou en partie dans les feuilles vertes, ils persistent au contraire dans les feuilles blanches. Les feuilles privées de chlorophylle n'étant pas capables de décomposer le nitrate de chaux, nous comprenons maintenant pourquoi il ne s'y forme pas d'oxalate de chaux.

C'est encore le *Pelargonium* qui a servi surtout aux expériences comparatives au jour et à l'obscurité. D'autres espèces (tabac, fuchsia, plantain, etc.) ont donné les mêmes résultats : les nitrates contenus dans les feuilles vertes sont décomposés à la lumière pour s'accumuler de nouveau à l'obscurité si la plante continue à en recevoir. Les feuilles chlorotiques ne perdent pas leurs nitrates à la lumière.

*Résultats généraux.* — Les nitrates, phosphates et sulfates sont décomposés dans les feuilles; l'azote, le phosphore et le soufre passent dans la constitution des principes immédiats; la chaux (des sels de chaux) est en grande partie précipitée par l'acide oxalique, peut-être également par d'autres acides, l'acide carbonique par exemple, et se trouve écartée de la métamorphose des principes. L'acide azotique n'est décomposé qu'à la lumière et seulement dans les cellules vertes. La chlorophylle régit non seulement l'assimilation du carbone, mais encore celle de l'azote (du moins de celui des azotates), peut-être celle du phosphore et du soufre.

VESQUE.

## Chimie agricole.

**De l'influence des ferments digestifs sur les hydrates de carbone, par M. A Stutzer**[1]. — Il s'agit non des bactéries, mais des ferments non figurés, des ferments chimiques. L'auteur indique un procédé qui nous permet d'obtenir l'*optimum* de l'action de ces ferments, salive ou extrait de malt, suc gastrique et suc pancréatique, employés successivement sur les hydrates de carbone en dehors de l'organisme. On peut ainsi séparer quantitativement les matières solubles dans les ferments non figurés de celles qui résistent à leur action dissolvante. Les résultats de cette digestion artificielle ne concordent pas avec ceux de la digestion naturelle dans l'organisme vivant, parce que dans cette dernière une partie importante des hydrates de carbone se dissout grâce au travail des bactéries de la putréfaction et d'autres organismes.

Il y aurait quelque avantage à employer la méthode en question lorsqu'il s'agit de déterminer la valeur nutritive d'un aliment; en effet l'intervention

1. *Versammlung deutscher Naturforscher und Ærzte in München*, 18-24 septembre 1887.

désagréable des bactéries se trouve ainsi supprimée et on admet assez généralement aujourd'hui que les hydrates de carbone solubilisés dans l'organisme par les bactéries de la putréfaction ont une valeur nutritive beaucoup moindre qu'on ne le croyait tout d'abord. Plusieurs auteurs croient même que la cellulose (fibre brute) solubilisée est absolument sans valeur.

L'auteur a remarqué que les ferments de la salive attaquent également les matières protéiques.

La salive agit plus énergiquement sur les hydrates de carbone que la diastase du malt. Les hydrates de carbone, restés insolubles dans une quantité suffisante de salive, ne sont pas modifiés par le suc gastrique, tandis que ce suc dissout une nouvelle portion de la matière lorsque le premier traitement a été fait non avec la salive mais avec la diastase du malt. La diastase du malt et le suc gastrique pris ensemble dissolvent précisément autant d'hydrate de carbone que la salive seule.

Le ferment pancréatique produit son maximum d'effet dans les liqueurs neutres.

**Sur la formation des azotites pendant la nitrification des solutions artificielles**, par le docteur MUNRO. D. Sc. — Les nombreuses recherches sur la production des nitrates dans les solutions artificielles, qui ont été faites par Warington et par moi-même en Angleterre, et par divers expérimentateurs sur le continent, ont montré que, le plus souvent, l'oxydation de la matière azotée se traduit tout d'abord par l'apparition d'une certaine quantité d'acide nitreux. Cette formation est tellement générale que, lorsqu'on étudie la nitrification de l'ammoniaque ajoutée à des eaux de puits qui contiennent déjà des nitrates, on constate presque toujours qu'une trace très appréciable de nitrites apparaît comme l'indice du commencement de la nitrification. Il est vrai que, dans certains cas, l'ammoniaque peut se transformer complètement en acide nitrique, sans que l'on ait pu constater, à aucun moment, la présence de la moindre quantité d'acide nitreux, et l'on peut généralement obtenir ce résultat en se plaçant dans les conditions qui ont été indiquées par Warington, et que mes propres expériences ont confirmées. Ces conditions sont principalement une très grande dilution de la solution ammoniacale, une basse température, la présence du ferment nitrique en quantité considérable et en pleine activité, une couche de liquide très faible et un libre accès de l'air. Les azotites, à moins qu'ils ne soient formés par réduction ne se rencontrent pas en général dans les eaux naturelles, parce que les conditions précédentes sont toujours bien remplies; au contraire, l'acide nitreux se forme souvent en abondance dans les solutions artificielles. En général, la formation des azotites commence après la période d'incubation qui précède le travail du ferment; ils augmentent jusqu'à une certaine époque, et diminuent ensuite graduellement en se transformant en nitrates. Quelquefois cependant, ils persistent sans altération pendant plusieurs mois, puis se métamorphosent tout à coup en nitrates; ces transformations irrégulières sont encore assez mal expliquées.

On a pensé pendant longtemps que l'acide nitreux qui est ainsi formé, soit par un organisme spécial, soit par celui-là même qui produit l'acide nitrique,

était produit par l'oxydation directe mais incomplète de l'ammoniaque, l'acide nitreux constituant ainsi un état intermédiaire entre l'ammoniaque et l'acide nitrique.

Mais, on a avancé depuis quelques années que les azotites sont le résultat d'une action double, c'est-à-dire proviendraient d'une part : de la réduction des nitrates formés tout d'abord, de l'autre de l'oxydation directe mais incomplète de l'ammoniaque. La dénitrification se produit en effet très aisément dans un grand nombre de circonstances, et sous l'influence d'organismes très variés, et elle se manifeste souvent tout d'abord par une réduction partielle des nitrates en nitrites. Si l'on expose simplement à l'air un liquide qui contient à la fois un nitrate et une matière organique fermentescible, on constate, le plus souvent au bout d'un jour ou deux, l'apparition d'une trace d'acide nitreux formé par réduction. MM. Gayon et Dupetit ont montré que les divers organismes susceptibles d'effectuer cette transformation déterminent l'oxydation de la matière organique aux dépens de l'oxygène du nitrate, lorsqu'ils se multiplient dans des liquides non librement exposés à l'air. De là est venue l'idée que, l'organisme nitrifiant lui-même, qui s'est développé au sein d'une solution en pleine fermentation, était capable de jouer le même rôle que la bactérie dénitrifiante, et de porter l'oxygène du nitrate qu'il vient de former, soit sur le carbone organique, soit sur l'ammoniaque non encore attaquée. Dans le premier cas, les nitrites seraient entièrement formés par une réduction secondaire des nitrates ; dans le second cas, les $\frac{3}{4}$ seraient produits également par cette réduction, et $\frac{1}{4}$ par oxydation directe de l'ammoniaque.

L'hypothèse émise par MM. Gayon et Dupetit suppose que le liquide dans lequel se produit l'acide nitreux, contient une certaine quantité de carbone organique. Mais si l'on parvient à démontrer que les azotites ainsi formés peuvent apparaître également dans un liquide privé totalement de matière organique fermentescible, on en conclura que l'acide nitreux produit n'est pas le résultat d'une réduction comme le supposent MM. Gayon et Dupetit ; et si l'on prouve en outre que l'ammoniaque ne peut s'oxyder par simple réduction des nitrates, il s'ensuivra que les azotites formés dans la solution sont dus tout simplement à une oxydation directe de l'ammoniaque, à l'aide de l'oxygène atmosphérique. La première partie de cette assertion a été vérifiée précédemment par nous-même[1] ; le présent mémoire a pour but de montrer l'exactitude du second point. Si le ferment nitrique est susceptible de transformer l'ammoniaque en acide azoteux, il est d'abord évident que ces nitrites ne pourront se produire en quantité supérieure à celle qui correspond à l'ammoniaque ; tandis que si d'autre part, les nitrates peuvent se réduire partiellement et porter leur oxygène sur l'ammoniaque, de telle sorte que l'acide nitreux soit le résultat des deux réactions et provienne à la fois des nitrates réduits et de l'ammoniaque oxydée, la quantité totale formée peut devenir supérieure à celle que l'ammoniaque seule est capable de fournir ; elle peut en effet être quatre fois plus forte

1. *Annales agronomiques*, tome XIII, p. 97.

si l'ammoniaque est totalement oxydée aux dépens de l'acide nitrique suivant la formule :

$$Az\,H^3 + 3\,(KO,\,AzO^5) = HO,\,AzO^3 + 3\,(KO,\,AzO^3) + 2\,HO.$$

Les expériences destinées à élucider la question furent disposées de la façon suivante :

On prépara une solution contenant du chlorhydrate d'ammoniaque, du nitrate de soude, du carbonate de chaux comme base solifiable, et une petite quantité de terre pour servir à l'ensemencement; les azotites furent dosés à plusieurs reprises dans le liquide pour voir s'il arriverait un moment où la quantité formée serait supérieure à celle que l'ammoniaque pouvait fournir.

Une seconde solution, qui devait servir de terme de comparaison, fut préparée d'une façon identique, sauf que l'on n'y mit pas de nitrate de potasse.

Une troisième solution fut faite avec du nitrate de potasse et de la terre, seulement, pour montrer que les nitrates ne peuvent se réduire dans les conditions de l'expérience.

La solution A contenait 85$^{cc}$ de solution titrée de 85 mm. $AzH^3$ = (70 mm. Az); 1$^{gr}$,515 de salpêtre (= 0,210 d'Az) et 0$^{gr}$,5 de carbonate de chaux; le tout porté à 700$^{cc}$ avec de l'eau distillée.

La solution B était semblable, sauf le nitrate.

La solution C contenait 1$^{gr}$,515 de nitre dans 700$^{cc}$ eau distillée.

Les expériences furent disposées dans trois flacons bouchés qui se trouvaient ainsi plus d'à moitié remplis; une faible quantité de terre, provenant d'une solution récemment nitrifiée, fut lavée, divisée en trois parties et ajoutée à chacune des solutions. Les conditions étaient très favorables à la production des azotites, puisque les liquides étaient concentrés, l'ensemencement très faible, et que l'air ne pouvait se renouveler que lorsqu'on débouchait les flacons pour faire les essais, c'est-à-dire une quinzaine de fois pendant toute la durée des expériences.

*Solution B.*

| | Date. | Durée. | 5$^{cc}$ essayés avec métaphénylène diamine. | 10$^{cc}$ décoloraient cc. de permanganate. | Milligr. d'azote. transformés en $AzO^3$ dans 700$^{cc}$. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1886. | 25 Juin. | — | Incolore. | — | — |
| | 26 — | 1 jour | — | — | — |
| | 28 — | 3 — | Jaune faible. | — | — |
| | 1 Juillet. | 6 — | Jaune. | — | — |
| | 6 — | 10 — | Jaune brillant. | — | — |
| | 15 — | 20 — | Ambré. | 0.5 | 3.06 |
| | 22 — | 27 — | Ambré très marqué. | 1.35 | 8.27 |
| | 29 — | 34 — | — | 1.85 | 11.33 |
| | 6 Août. | 42 — | Rouge. | 2.25 | 13.78 |
| | 14 — | 50 — | — | 3.70 | 22.66 |
| | 18 Octobre. | 115 — | — | 10.40 | 63.70 |
| | 11 Novembre. | 139 — | — | 10.70 | 65.53 |
| | 17 Décembre. | 175 — | — | 10.00 | 61.25 |
| 1887. | 7 Mars. | 255 — | Incolore. | 0 | 0 |
| | 24 Juin. | 364 — | — | 0 | 0 |

*Solution A.*

| | Date. | Durée. | 5cc essayés avec métaphénylène diamine. | 10cc décoloraient cc. de permanganate. | Milligr. d'azote transformés en $AzO^3$ dans 700cc. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1886. | 25 Juin. | — | Incolore. | — | — |
| | 26 – | 1 jour. | – | — | — |
| | 28 — | 3 — | Jaune faible. | — | — |
| | 1 Juillet. | 6 — | Jaune. | — | — |
| | 5 — | 10 — | – | — | — |
| | 15 — | 20 — | — | — | — |
| | 22 — | 27 — | Ambré. | 0.95 | 5.81 |
| | 29 — | 34 — | Rouge. | 2.45 | 15.00 |
| | 6 Août. | 42 — | — | 4.70 | 28.79 |
| | 10 — | 50 — | — | 5.20 | 31.85 |
| | 18 Octobre. | 115 — | — | 9.60 | 58.80 |
| | 11 Novembre. | 139 — | — | 10.40 | 63.70 |
| | 17 Décembre. | 175 — | — | 10.50 | 64.31 |
| | 7 Mars. | 255 — | — | 8.70 | 53.28 |
| | 24 Juin. | 364 — | Incolore. | 0 | 0 |

Pour la solution C, il suffit de dire qu'une trace d'acide nitreux se forma dès le troisième jour, et disparut entre le sixième et le dixième; aucune autre quantité de cette matière ne put ensuite être constatée jusqu'à la fin des expériences. Cette faible trace de nitrites provenait sans doute de l'oxydation d'une très petite quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau distillée — ordinairement l'eau distillée employée donnait avec le réactif de Nessler une faible coloration jaune qui disparaissait en cinq ou six jours. — Il est donc évident qu'il ne se produisit pas pendant toute l'année de nitrites provenant de la réduction des nitrates.

Les deux tableaux précédents montrent que les expériences A et B se conduisirent à peu près de la même façon. Les azotites apparurent presque dès les premiers jours, et augmentèrent graduellement pendant quatre ou cinq mois, jusqu'à ce que 65 mm. d'azote eussent été transformés en acide nitreux. En essayant plusieurs fois avec le réactif de Nessler, on pût constater que l'ammoniaque était à peu près totalement disparue de l'expérience 1 le 18 octobre, et le 11 novembre, de l'expérienco 2; le 7 mars, les deux liquides étaient tout à fait exempts d'ammoniaque. De même, les nitrites persistèrent pendant tout l'hiver dans les deux solutions, et se transformèrent totalement en nitrates au printemps suivant. Le salpêtre ajouté à la solution A n'exerce donc aucune influence.

A aucune époque, la quantité d'azote des nitrites ne fut supérieure à celle primitivement contenue dans le sel ammoniac. Il semble donc certain que l'oxygène atmosphérique est seul intervenu pour transformer l'azote ammoniacal en acide nitreux, et que les nitrates ajoutés au début de l'expérience ne subirent même pas un commencement de réduction. Il est certain, d'autre part, que les conditions étaient favorables au développement des azotites, puisque l'azote fut presque totalement transformé en acide nitreux avant que la plus faible quantité de nitrates n'eût commencé à apparaître.

La conclusion est que les azotites se forment dans la nitrification des solu-

tions ammoniacales, par oxydation directe de l'ammoniaque, et non par réduction des nitrates tout formés qui préexistent dans les solutions. PATUREL.

**De l'action des poisons**, par M. O. LŒW[1]. — Il existe deux sortes de poisons. Les uns agissent sur le protoplasma vivant en général, les autres, d'un effet moins général, ne tuent pas tous les organismes indifféremment. Si l'on considère l'ensemble des faits observés, on est amené à l'énoncé des quatre thèses suivantes :

1° Toute substance qui, réduite à l'état d'une dilution extrême, réagit encore comme aldéhyde, est un poison.

2° Toute base qui renferme de l'azote en combinaison primaire est plus vénéneuse que celle dans laquelle l'azote est en combinaison secondaire; celle-ci plus qu'une autre qui contient de l'azote en combinaison tertiaire. Quand un radical est introduit dans une base, il importe de savoir quel est l'atome d'hydrogène auquel ce radical s'est substitué. Si c'est l'hydrogène lié à l'azote il y aura diminution des propriétés vénéneuses; il n'y en aura pas si l'hydrogène était lié au carbone ou à l'oxygène.

3° Tout changement moléculaire, toute modification qualitative qui a pour résultat de diminuer la stabilité d'un corps, exagère en même temps l'action vénéneuse, et réciproquement cette action diminue lorsque le corps devient plus stable.

4° L'action d'un même poison sur différents protoplasmas est d'autant plus énergique que le protoplasma est plus actif.

L'auteur étudie ensuite l'action de la quinine, de la quinoline et de quelques-uns de ses dérivés, de la pyridine et du pyrrol, des arséniates et des arsénites. La quinine est un poison plus violent pour les algues et les infusoires que la quinoline, tandis que les bactéries de la putréfaction supportent mieux la première que la seconde. L'étude de l'arsenic a donné lieu à quelques remarques intéressantes. Les organismes se divisent sous ce rapport en trois groupes : 1° ceux qui résistent aussi bien aux arsénites qu'aux arséniates, moisissures, ferments et bactéries en général; 2° ceux qui sont empoisonnés par les arsénites et ne le sont pas par les arséniates, toutes les autres plantes et les animaux inférieurs; 3° ceux pour lesquels les arséniates aussi bien que les arsénites sont des poisons, les animaux supérieurs. Diverses hypothèses ont été émises sur le mécanisme de l'empoisonnement par l'arsenic. L'auteur les rejette toutes. A son avis, l'acide arsénieux forme avec l'albumine active une combinaison insoluble, ce qui entraîne la ruine de l'organisation du protoplasma. L'acide arsénique et l'hydrogène arsénié ne peuvent devenir des poisons qu'en se transformant en acide arsénieux. Les champignons inférieurs, qui restent indifférents en présence même de l'acide arsénieux, devraient cette immunité à l'architecture spécifique de leur protoplasma, telle que la combinaison de l'acide arsénieux avec l'albumine active est empêchée.

1. *Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie*, XL, 1887, p. 437-447 in *Bot. Centralbl.*, XXXII, p. 40.

*Le Gérant :* G. MASSON.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

ÉTUDE D'ÉCONOMIE RURALE

# LA BAISSE DE PRIX DU BÉTAIL SUR PIED

PAR

M. P.-C. DUBOST
Professeur d'économie et de législation rurales
à l'École nationale d'agriculture de Grignon.

Le but de cette étude est de fixer, avec autant de précision que possible, la baisse de prix du bétail sur pied et d'en déterminer les véritables causes. Nous croyons qu'il n'est ni sans utilité de dégager la vérité dans une matière aussi controversée, ni même sans intérêt de répondre à une préoccupation de l'opinion publique qui semble voir avec étonnement que les taxes de douane renforcées à trois reprises différentes, depuis quelques années, dans le but avoué de faire hausser le prix du bétail, aient été si peu efficaces qu'elles paraissent avoir eu précisément pour effet de le faire baisser.

Nous empruntons les éléments de nos démonstrations aux mercuriales du marché de la Villette. Dans sa *Statistique de la France*, M. Maurice Block a recueilli les prix moyens annuels du bœuf, de la vache, du veau et du mouton sur les marchés d'approvisionnement de Paris, depuis 1810 jusqu'à 1872. A partir de cette date, nous avons relevé nous-même, semaine par semaine, les mercuriales du marché de la Villette, et nous en avons déduit les prix moyens annuels jusqu'au 31 décembre dernier.

Ces prix s'appliquent à ce qu'on appelle le kilogramme de viande nette, c'est-à-dire le kilogramme de viande des quatre quartiers, tel qu'il est arbitré, à la fin de chaque marché, par les commissionnaires en bestiaux, chargés de fournir ce renseignement à la préfecture de police. Ce sont les mêmes prix que nous avons déjà invoqués dans divers travaux parus antérieurement sur le même sujet, notamment dans une étude publiée par la *Revue scientifique* du 1er novembre 1884. Ceux de nos lecteurs qui voudront s'éclairer sur la valeur des mercuriales du marché de la Villette devront se reporter à cette étude où la question a été posée et discutée.

### I. — Baisse des prix.

Voici les variations de prix qui ont eu lieu sur le marché de la Villette, dans les dix dernières années qui viennent de s'écouler. (Tableau I.)

TABLEAU I.

| ANNÉES. | PRIX MOYEN DU KILOGR. DE VIANDE NETTE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| 1878 | 1.63 | 1.44 | 1.94 | 1.81 |
| 1879 | 1.55 | 1.37 | 1.84 | 1.70 |
| 1880 | 1.43 | 1.28 | 1.82 | 1.66 |
| 1881 | 1.37 | 1.23 | 1.77 | 1.71 |
| 1882 | 1.46 | 1.34 | 1.86 | 1.87 |
| 1883 | 1.59 | 1.46 | 1.96 | 1.88 |
| 1884 | 1.50 | 1.38 | 1.80 | 1.77 |
| 1885 | 1.40 | 1.31 | 1.72 | 1.62 |
| 1886 | 1.34 | 1.22 | 1.66 | 1.55 |
| 1887 | 1.18 | 1.08 | 1.46 | 1.48 |

Les prix moyens de 1887 sont, comme on le voit, les plus faibles de toute la série; ils sont même fort au-dessous des autres. Pour trouver des prix moyens annuels aussi bas, il faut remonter jusqu'en 1853 pour la viande de bœuf, jusqu'en 1854 pour celle de veau, jusqu'en 1859 pour celle de vache et jusqu'en 1869 pour celle de mouton.

C'est dans l'espace des quatre dernières années que cette dépression des prix s'est produite.

Pour la mesurer avec précision, nous prendrons de préférence comme point de départ ou comme terme de comparaison les prix moyens de la période décennale écoulée de 1874 à 1883. Ces prix moyens ont été les suivants, pour chacune des espèces dont nous nous occupons :

| | Fr. |
|---|---|
| Bœuf | 1.53 |
| Vache | 1.36 |
| Veau | 1.87 |
| Mouton | 1.77 |

Comparés à ces prix moyens de la période décennale de 1874 à 1883, les prix de l'année 1887 accusent une diminution de 23 p. 100 pour le bœuf, de 20 p. 100 pour la vache, de 22 p. 100 pour le veau et de 17 p. 100 pour le mouton.

La baisse paraîtrait plus considérable, si nous avions choisi comme terme de comparaison les prix de l'année 1883, ainsi que le montre le tableau suivant :

TABLEAU II.

| ESPÈCES. | PRIX DES ANNÉES. | | DIMINUTION P. 100. |
|---|---|---|---|
| | 1883. | 1887. | |
| | Fr. | Fr. | Fr. |
| Bœuf | 1.59 | 1.18 | 26 |
| Vache | 1.46 | 1.08 | 26 |
| Veau | 1.96 | 1.46 | 25 |
| Mouton | 1.88 | 1.48 | 21 |

Mais nous devons faire observer que l'année 1883 a été exceptionnelle pour les prix. Dans aucune des dix dernières années il n'y a eu des prix aussi élevés pour la vache, pour le veau et pour le mouton; une seule année (1878) l'a emporté pour le prix du bœuf. Il convient donc d'adopter comme point de départ, non les prix exceptionnels de 1883, mais les prix moyens de la période décennale de 1874 à 1883. Même avec ce terme de comparaison, la baisse de prix est énorme, et nous n'en trouvons aucune autre semblable dans la série des prix qui remonte jusqu'en 1810.

L'agriculture perd, de ce chef, plusieurs centaines de millions de francs par an. Si l'on y joint les pertes qui ont pour cause la baisse de prix du blé, on se rendra compte aisément de la douloureuse situation qui lui est faite. On peut estimer que les recettes

de nos fermes ont baissé de bien près d'un demi-milliard de francs depuis quelques années.

### II. — Les importations de bétail étranger.

On attribue généralement la baisse de prix du bétail en France aux importations de l'extérieur. C'est, dit-on, la concurrence étrangère qui pèse sur nos cours et qui en amène la dépression. Quand ce n'est pas le bétail étranger qui envahit nos marchés, ce sont les viandes fraîches de provenance belge, allemande ou suisse. Il n'y a dès lors qu'un moyen d'empêcher la baisse progressive des prix, c'est de refouler le bétail étranger, ainsi que les viandes fraîches, par des taxes de douane. Tel est, dégagé des métaphores et des exagérations de mots dont on a coutume de le revêtir, le raisonnement qui a servi de base aux relèvements des taxes en 1881, en 1885 et en 1887.

Nous allons rechercher successivement s'il est vrai :

1° Que la baisse du prix du bétail en France est due aux importations de l'étranger;

2° Que le refoulement du bétail étranger par les taxes de douane est le remède à la baisse des prix dont souffre l'agriculture.

Pour trouver la vérité sur ces deux points, il nous suffira de rapprocher nos prix soit des importations de l'étranger, soit des taxes de douane établies à diverses époques, et d'établir ainsi les relations qui existent entre ces termes.

Voici d'abord (tableau III) les importations de bétail étranger qui ont eu lieu depuis dix ans et les prix correspondants du marché de la Villette, pour chacune de ces années et pour chaque espèce de bétail.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ce tableau pour être frappé de la relation constante et régulière qui existe entre les prix et les importations : les importations, toujours fortes quand les prix sont élevés; toujours faibles, au contraire, quand les prix sont bas.

Pour les bœufs, les importations et les prix vont en diminuant dans les quatre premières années de la période, se relèvent ensemble dans les deux années suivantes et, finalement, redescendent régulièrement et très vite dans les quatre dernières années.

Pour les vaches et pour les veaux, la marche comparée des importations et des prix est identiquement la même, sauf une seule anomalie : en 1886, il a été importé un peu plus de vaches et de veaux qu'en 1885, bien que le prix fût moins élevé. Mais cette anomalie, d'ailleurs sans importance, s'explique par ce fait que ces deux espèces n'étant pas uniquement importées pour la boucherie,

TABLEAU III.

LES PRIX DU BÉTAIL ET LES IMPORTATIONS PENDANT LES DIX DERNIÈRES ANNÉES.

| ANNÉES. | BŒUFS. | | VACHES. | | VEAUX. | | MOUTONS. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Prix moyen annuel. | Importations. | Prix moyen annuel. | Importations. | Prix moyen annuel. | Importations. | Prix moyen annuel. | Importations. |
| 1878..... | 1.63 | 134.738 | 1.44 | 97.419 | 1.94 | 73.635 | 1.81 | 2.343.288 |
| 1879..... | 1.55 | 107.720 | 1.37 | 79.919 | 1.84 | 51.175 | 1.70 | 2.023.649 |
| 1880..... | 1.43 | 68.364 | 1.28 | 65.438 | 1.82 | 50.680 | 1.66 | 2.078.685 |
| 1881..... | 1.37 | 54.133 | 1.23 | 44.093 | 1.77 | 45.330 | 1.71 | 1.711.964 |
| 1882..... | 1.46 | 77.612 | 1.34 | 50.104 | 1.86 | 50.573 | 1.87 | 2.156.016 |
| 1883..... | 1.59 | 76.422 | 1.46 | 62.918 | 1.96 | 60.068 | 1.88 | 2.227.695 |
| 1884..... | 1.50 | 56.081 | 1.38 | 51.336 | 1.80 | 50.706 | 1.77 | 2.099.510 |
| 1885..... | 1.40 | 49.112 | 1.31 | 45.606 | 1.72 | 42.538 | 1.62 | 1.949.280 |
| 1886..... | 1.34 | 40.809 | 1.22 | 47.813 | 1.66 | 49.273 | 1.55 | 1.625.640 |
| 1887..... | 1.18 | 21.524 | 1.08 | 34.261 | 1.46 | 30.270 | 1.48 | 1.253.434 |

le prix de la viande sur pied n'est pas le seul élément qui en règle l'importation.

Pour les moutons, il est presque superflu de faire ressortir la parfaite concordance entre les prix et les importations. Les importations diminuent toutes les fois que les prix baissent; elles vont en augmentant toutes les fois que les prix sont en hausse.

L'interprétation d'un fait aussi constant ne saurait donner lieu au moindre doute. Il est évident que ce n'est pas l'importation du bétail étranger qui fait baisser les prix sur nos marchés, puisque les importations les plus fortes cadrent toujours avec les prix les plus élevés, et que les importations les plus faibles correspondent toujours aux prix les plus bas. La seule explication rationnelle de

cette relation entre les prix et les importations, c'est que les importations ne sont pas la cause des prix faibles, elles sont la conséquence des prix forts.

Rien n'est d'ailleurs plus conforme à la nature des choses, ou, si l'on veut, à la nature des opérations commerciales auxquelles le bétail donne lieu. Ce qui décide les détenteurs de bestiaux, producteurs ou marchands, à se présenter sur un marché de préférence à d'autres, c'est uniquement la considération des prix. Ils n'ont qu'un but, réaliser des bénéfices, et qu'un seul moyen de l'atteindre, revendre le plus cher possible après avoir acheté au meilleur marché. Cela revient à acheter là où les prix sont faibles, pour revendre là où les prix sont élevés. Voilà pourquoi la condition essentielle des importations, c'est l'élévation même des prix. Au fur et à mesure que les prix deviennent plus faibles, les importations perdent leur raison d'être.

C'est par l'effet de la même cause que les exportations, nulles ou à peu près, lorsque nos prix sont élevés, tendront à prendre de l'extension aussitôt que nos prix deviendront faibles. Cela revient à dire que le bétail national, quand il ne trouve plus à se vendre avantageusement sur les marchés de l'intérieur, va chercher au dehors de meilleures conditions de placement, c'est-à-dire des prix plus favorables. Il peut même arriver un moment où les prix deviennent tellement faibles, que l'exportation prend le dessus sur l'importation. C'est ainsi qu'en 1887 nous avons exporté près de 30,000 bœufs, tandis que nous n'en importions qu'un peu plus de 21,000.

Pour le dire en passant, ceux qui considèrent l'exportation comme un bien et l'importation comme une calamité doivent éprouver en ce moment une bien vive déception. Leur idéal, s'il n'est pas complètement atteint, se réalise chaque jour de plus en plus : l'importation ne fait que décroître, l'exportation ne cesse d'augmenter. Pourtant l'agriculture est dans la détresse, et la détresse de l'agriculture a pour origine la cause elle-même qui fait descendre les importations et monter les exportations, la faiblesse des prix. La vérité, c'est que nous verrons plutôt les fleuves remonter vers leur source, au lieu de continuer à descendre vers la mer, que les importations cadrer avec les prix faibles et les exportations correspondre aux prix élevés.

*Importation de viandes fraîches.* — On allègue aussi les impor-

tations de viandes abattues comme une des causes de la baisse de prix du bétail sur pied, et l'on va jusqu'à conseiller les mesures les plus étranges pour combattre ces importations, notamment en exigeant, sous le prétexte de l'hygiène, l'adhérence des poumons aux quartiers de viandes expédiées. Ce sont là des craintes qui n'ont pas de fondement et des mesures qui n'ont pas de raison d'être.

Les importations de viandes fraîches n'ont atteint en 1887, année de leur plus grand développement, que 11 millions et demi de kilogrammes, c'est-à-dire moins du centième de notre consommation. Quelle influence peuvent exercer sur nos cours ces importations minimes, quand les importations de bétail sur pied, qui montent parfois jusqu'à 10 p. 100 de notre consommation, sont elles-mêmes sans action sur nos prix, comme nous venons de le dire ?

Ce n'est donc pas la concurrence étrangère qui a amené l'avilissement que nous avons constaté du prix de la viande sur pied en France.

### III. — Des taxes de douane.

Ce n'est pas non plus dans le relèvement des taxes de douane qu'il faut chercher le secret de ramener la hausse. Jamais l'établissement ou la surélévation des droits d'entrée n'a été efficace en France, en ce qui concerne le bétail, et nous avons bien quelque raison de penser qu'il en a toujours été de même à l'étranger.

Dans la période des dix dernières années, les droits sur le bétail ont été surélevés à trois reprises différentes : une première fois en 1881, lors de la revision du tarif général des douanes, la taxe d'entrée établie sur les bœufs a été portée de 3 à 15 francs par tête ; par une loi du 25 mars 1885, ce droit a été porté à 25 francs ; enfin par la loi du 5 avril 1887, le droit a été porté à 38 francs. Les taxes d'entrée sur les autres espèces ont reçu, aux mêmes époques et pour le même motif, des augmentations analogues.

Or, à chacune de ces augmentations de taxe, il s'est produit un résultat contraire à celui qu'on attendait : le prix du bétail sur pied, au lieu de monter comme on l'avait espéré, n'a fait que descendre.

Le prix moyen du kilogramme de bœuf, qui était en 1880 à 1 fr.43 et au-dessus, s'abaisse en 1881, après l'élévation du droit, au-dessous de 1 fr. 40 et reste un an sans pouvoir dépasser cette limite. En 1885, après une nouvelle surélévation du droit, il retombe

au-dessous de 1 fr. 40; enfin en 1887, après le dernier relèvement de la taxe, le prix passe de 1 fr. 24 en juin à 1 fr. 15 en juillet, pour s'abaisser encore d'une façon continue jusqu'aux premiers mois de l'année présente.

Il en est de même pour toutes les autres espèces qui servent à la consommation.

Le kilogramme de la viande de vache, qui valait 1 fr. 28 en 1880, ne valait plus que 1 fr. 23 en 1881 et 1882, après l'élévation du droit. Nous retrouvons le prix de 1 fr. 31 en 1885 avant la surtaxe et de 1 fr. 28 en 1886, après; enfin en 1887, après une nouvelle surélévation des droits, le prix descend à 1 fr. 08 pour s'abaisser au-dessous de 1 franc en janvier et en février derniers.

TABLEAU IV.

| ANNÉES. | PRIX MOYEN DU KILOGR. DE VIANDE NETTE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| 1820......... | 0.96 | 0.82 | 1.09 | 1.08 |
| 1821......... | 0.97 | 0.80 | 1.08 | 1.04 |
| 1822......... | 0.89 | 0.71 | 1.03 | 0.90 |
| 1823......... | 0.87 | 0.68 | 1.03 | .93 |
| 1824......... | 0.86 | 0.68 | 1.14 | 0.94 |

La viande de veau, qui valait 1 fr. 82 en 1880, ne valait plus que 1 fr. 77 en 1881, 1 fr. 72 en 1885, 1 fr. 66 en 1886 et 1 fr. 46 en 1887.

Malgré l'énormité des droits d'entrée et la réduction de près de moitié des importations étrangères, la viande de mouton n'en a pas moins passé, dans l'espace de quelques années, de 1 fr. 88 à 1 fr. 48 le kilogramme.

Dans les temps antérieurs, le même phénomène s'est constamment produit. En 1822, un droit de 50 francs par tête de bœuf fut établi et a subsisté jusqu'en 1853. C'est pendant cette période de protection à outrance que le prix du bétail a été le plus faible.

La baisse même fut immédiate, ainsi que le montre le tableau précédent qui comprend les prix des deux années qui ont précédé 1822, date de l'établissement du droit, et des deux années qui ont suivi. Ce tableau, ainsi que le suivant, a déjà trouvé place dans la *Revue scientifique* du 1er novembre 1884. (Tableau IV.)

Rien n'est plus instructif que ce tableau, rien n'est plus propre à démontrer l'inanité des taxes de douane sur le bétail. Les droits prohibitifs établis en 1822, dans le but avoué de faire monter le prix, semblent n'avoir eu pour effet que de le faire baisser.

Pour comble de mesure et comme surcroît de démonstration, lorsque par le décret du 14 septembre 1853, le droit de 50 francs par tête fut ramené à 3 francs, ce qui eut pour effet de faciliter et de multiplier les importations de bétail étranger, le prix de la viande sur pied, au lieu de descendre, monta rapidement, ainsi que l'indique le tableau suivant, qui comprend également les deux années qui ont précédé la suppression du droit et les deux années qui l'ont suivie. (Tableau V.)

TABLEAU V.

| ANNÉES. | PRIX MOYEN DU KILOGR. DE VIANDE NETTE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| 1850 | 0.84 | 0.72 | 1.04 | 1.15 |
| 1851 | 0.86 | 0.74 | 1.15 | 1.04 |
| 1852 | 1.04 | 0.93 | 1.25 | 1.20 |
| 1853 | 1.24 | 1.11 | 1.39 | 1.32 |
| 1854 | 1.31 | 1.11 | 1.50 | 1.51 |

Ainsi en 1850 et 1851, après trente ans de protection à outrance, le prix du bétail est moins élevé qu'en 1820 et 1821, où l'importation des bœufs étrangers n'était assujettie qu'au droit minime de 3 francs par tête. De 1853 à 1880, malgré le retour au régime de la taxe de trois francs, le prix du bétail s'élève et se maintient à un taux absolument inconnu pendant les trente années qu'a duré le régime de droit d'entrée de 50 francs par tête. Enfin depuis 1880

nous avons opéré trois relèvements de taxes et, dans l'espace de quelques années, nos prix sont redescendus au niveau de ceux de la période de 1822 à 1853. Voilà quelle est l'efficacité des droits de douane sur le prix du bétail sur pied.

Qu'il n'y ait pas ici de malentendu. Notre but n'est pas de démontrer que le relèvement des taxes fait baisser les prix et que leur suppression les fait monter. Nous voulons simplement établir la parfaite inutilité de la protection douanière en matière de bétail, et pour faire cette démonstration, il nous suffit de constater que le relèvement des taxes, opéré dans le but de faire monter les prix, ne les empêche pas de descendre, et que la diminution ou même la suppression de ces taxes, en vue de faire la baisse, n'empêche pas la hausse de se manifester. L'explication de ce phénomène est d'ailleurs bien simple. C'est parce que la concurrence étrangère n'est pas la cause de la faiblesse des prix que la protection par les taxes de douane n'est pas le remède qui convient. Il faut en prendre son parti sous peine de méconnaître les faits les plus constants, les mieux établis et, j'ajouterai : les plus significatifs.

### IV. – La concurrence intérieure

Si ce n'est pas la concurrence étrangère qui fait baisser le prix du bétail, et nous croyons l'avoir démontré avec évidence, c'est nécessairement la concurrence intérieure.

Les prix ne s'établissent en effet que par le rapport de l'offre à la demande, ce qui n'est autre chose que le libre débat entre les vendeurs et les acheteurs. Quand une denrée ou marchandise, quelle qu'elle soit, est offerte en abondance et qu'il y a peu de gens pour l'acheter, les prix baissent; quand elle est peu offerte et très demandée, c'est-à-dire quand la denrée est rare et que les acheteurs sont nombreux, les prix montent. Le résultat est inévitable, aucune puissance humaine ne saurait l'empêcher. Les variations de prix n'ont point d'autre cause que les variations du rapport entre l'offre et la demande.

En ce qui concerne le bétail, nous pouvons considérer la demande, qui représente la consommation, comme une quantité fixe, au moins dans les limites d'un petit nombre d'années. Nous savons bien qu'on allègue en ce moment la diminution de la consommation, par suite du décroissement de l'aisance moyenne, comme une des

causes de la baisse des prix. Mais, outre que les chiffres cités à ce propos n'accusent que des différences insignifiantes, ils sont d'autant moins décisifs que la statistique de la consommation de la viande, principalement dans les petites villes et dans les campagnes où réside le gros des consommateurs, est plus difficile à faire. D'autre part, il faut tenir compte que, le prix de la viande ayant diminué, la consommation a pu rester la même, sans excéder les facultés des consommateurs. Enfin, s'il était vrai que la demande eût effectivement baissé, cette diminution loin de s'opérer brusquement d'une année à l'autre n'eût fait sentir ses effets qu'à la longue et au bout d'une certaine période de temps. Voilà pourquoi nous considérons ici la demande du bétail comme une quantité constante, et nous chercherons ailleurs le secret des variations de prix constatées plus haut. C'est l'offre qui va nous fournir la solution du problème.

L'offre peut varier et varie en effet dans des proportions énormes, suivant que les ressources fourragères, dont dispose l'agriculture pour nourrir son bétail, sont plus ou moins abondantes. La boucherie est bien la destination finale du bétail, mais avant d'arriver à l'abattoir il a pour fonction de convertir les fourrages en forces, en laine, en lait, etc. Quand il y a ainsi beaucoup de fourrages à transformer en forces utiles à la culture ou en denrées de consommation et de vente, l'agriculture entretient et nourrit beaucoup de bétail. Quand, au contraire, les récoltes de fourrages ont plus ou moins manqué, l'agriculture, faute de pouvoir nourrir tous ses bestiaux, est obligée d'en envoyer un plus grand nombre à l'abattoir. Il en résulte que dans l'année d'abondance fourragère le marché de bétail à abattre est peu approvisionné ; il l'est outre mesure, quand il y a pénurie fourragère. Offre très restreinte dans un cas, offre très abondante dans l'autre, voilà la conséquence inévitable des variations des récoltes fourragères. Plus on a augmenté le nombre de ses bestiaux dans l'abondance, plus on sera forcé de le réduire dans la disette. De là d'énormes variations dans l'offre, et par suite dans les prix.

La concurrence que se font ainsi les cultivateurs, quand il s'agit de vendre des bestiaux qu'ils ne peuvent plus nourrir, est bien autrement active que la concurrence étrangère. Nous avons plus de 13 millions de têtes de l'espèce bovine, et plus de 22 millions de moutons. Que la récolte fourragère présente un déficit de un, deux et même trois dixièmes, et que ce déficit se renouvelle pendant plu-

nous avon…
quelques
la pério…
douane
Qu'…
mon…
sup…
par
p…
r

…années consécutives, voilà des millions de bœufs, de vaches et de moutons que l'agriculture n'a plus de quoi nourrir et dont elle a intérêt à se défaire pour assurer la subsistance du reste. Placée sous le coup de la nécessité, elle multipliera ses offres, ne tiendra pas ses prix et se laissera entraîner dans la débâcle jusqu'à l'extrême limite où il semblera encore moins ruineux de chercher à sauver ses animaux en les empêchant simplement de mourir de faim, que de les vendre à trop grande perte. C'est ainsi que l'offre ne se composera pas simplement des animaux réellement conduits au marché, il faut encore tenir compte des dispositions morales des vendeurs, contraints de vendre à tout prix, au moins jusqu'à une certaine limite.

L'étude des faits va vous montrer que c'est bien ainsi que se passent réellement les choses, et que dans les années d'abondance fourragère, les prix sont toujours élevés, parce que l'offre de bétail est très restreinte, tandis qu'ils sont nécessairement faibles dans les années de disette fourragère, parce que les offres de bétail sont alors excessives.

## V. — Les prix et les récoltes fourragères.

Les fourrages se composent non seulement de foin sec, mais d'herbe fraîche ou de pâture, de racines fourragères, de résidus industriels, etc. Il est impossible d'exprimer ces récoltes par des nombres, la statistique, sauf en ce qui concerne le foin sec, étant muette sur tous ces éléments. Tout ce qu'on peut faire c'est de les apprécier en les qualifiant de termes qui sont plus ou moins vagues, mais suffisants à la rigueur pour les différencier, tels que *très bonne*, *bonne*, *passable*, *médiocre*, *mauvaise*, etc.

Une publication spéciale, l'*Almanach de l'agriculture*, longtemps rédigée par M. Barral, et continuée par M. H. Sagnier, nous fournit, depuis 1872, des appréciations formulées en termes de ce genre sur la récolte de chacune des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Voici les indications qui s'y trouvent.

De ces seize années, six sont considérées comme bonnes ou très bonnes, au point de vue de la production des fourrages : ce sont les années 1872, 1873, 1877, 1878, 1882 et 1883. Ces années de bonnes récoltes fourragères se suivent, comme on voit, deux par deux, et sont séparées par des séries de trois années médiocres ou

mauvaises. L'année 1887 constitue même la quatrième année de la dernière série. Voici de quelle façon chacune des bonnes récoltes est qualifiée dans la publication dont il s'agit.

*Récolte fourragère de* 1872. — « La fenaison a donné des résultats magnifiques. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1873, page 153.)

*Récolte fourragère de* 1873. — « Les prairies ont donné d'abondantes récoltes fourragères. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1874, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1877. — « Les prairies naturelles aussi bien que les récoltes artificielles ont donné dans tous les départements une récolte abondante, parfois exceptionnelle. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1878, page 156.)

*Récolte fourragère de* 1878. — « De même qu'en 1877, la récolte fourragère a été exceptionnellement abondante dans le nord et le centre de la France. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1879, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1882. — « Récolte abondante. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

*Récolte fourragère de* 1883. — « Considérée comme très bonne. »

Pour dégager l'influence des récoltes de fourrages sur le prix du bétail, nous devons prendre comme base, non le prix moyen de

TABLEAU VI.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1872-1873 ...... | 1.71 | 1.60 | 1.93 | 1.83 |
| 1873-1874 ...... | 1.70 | 1.54 | 1.88 | 1.72 |
| 1877-1878 ...... | 1.62 | 1.44 | 1.98 | 1.83 |
| 1878-1879 ...... | 1.63 | 1.47 | 1.93 | 1.76 |
| 1882-1883 ...... | 1.56 | 1.41 | 1.99 | 1.92 |
| 1883-1884 ...... | 1.57 | 1.43 | 1.94 | 1.85 |

l'année civile où la récolte a été effectuée, mais le prix moyen de la période pendant laquelle chaque récolte exerce son influence propre, c'est-à-dire de la période comprenant les six derniers mois d'une

sieurs années consécutives, voilà des millions de bœufs, de vaches et de moutons que l'agriculture n'a plus de quoi nourrir et dont elle a intérêt à se défaire pour assurer la subsistance du reste. Placée sous le coup de la nécessité, elle multipliera ses offres, ne tiendra pas ses prix et se laissera entraîner dans la débâcle jusqu'à l'extrême limite où il semblera encore moins ruineux de chercher à *sauver* ses animaux en les empêchant simplement de mourir de faim, que de les vendre à trop grande perte. C'est ainsi que l'offre ne se composera pas simplement des animaux réellement conduits au marché, il faut encore tenir compte des dispositions morales des vendeurs, contraints de vendre à tout prix, au moins jusqu'à une certaine limite.

L'étude des faits va vous montrer que c'est bien ainsi que se passent réellement les choses, et que dans les années d'abondance fourragère, les prix sont toujours élevés, parce que l'offre de bétail est très restreinte, tandis qu'ils sont nécessairement faibles dans les années de disette fourragère, parce que les offres de bétail sont alors excessives.

### V. — Les prix et les récoltes fourragères.

Les fourrages se composent non seulement de foin sec, mais d'herbe fraîche ou de pâture, de racines fourragères, de résidus industriels, etc. Il est impossible d'exprimer ces récoltes par des nombres, la statistique, sauf en ce qui concerne le foin sec, étant muette sur tous ces éléments. Tout ce qu'on peut faire c'est de les apprécier en les qualifiant de termes qui sont plus ou moins vagues, mais suffisants à la rigueur pour les différencier, tels que *très bonne*, *bonne*, *passable*, *médiocre*, *mauvaise*, etc.

Une publication spéciale, l'*Almanach de l'agriculture*, longtemps rédigée par M. Barral, et continuée par M. H. Sagnier, nous fournit, depuis 1872, des appréciations formulées en termes de ce genre sur la récolte de chacune des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Voici les indications qui s'y trouvent.

De ces seize années, six sont considérées comme bonnes ou très bonnes, au point de vue de la production des fourrages : ce sont les années 1872, 1873, 1877, 1878, 1882 et 1883. Ces années de bonnes récoltes fourragères se suivent, comme on voit, deux par deux, et sont séparées par des séries de trois années médiocres ou

mauvaises. L'année 1887 constitue même la quatrième année de la dernière série. Voici de quelle façon chacune des bonnes récoltes est qualifiée dans la publication dont il s'agit.

*Récolte fourragère de* 1872. — « La fenaison a donné des résultats magnifiques. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1873, page 153.)

*Récolte fourragère de* 1873. — « Les prairies ont donné d'abondantes récoltes fourragères. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1874, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1877. — « Les prairies naturelles aussi bien que les récoltes artificielles ont donné dans tous les départements une récolte abondante, parfois exceptionnelle. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1878, page 156.)

*Récolte fourragère de* 1878. — « De même qu'en 1877, la récolte fourragère a été exceptionnellement abondante dans le nord et le centre de la France. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1879, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1882. — « Récolte abondante. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

*Récolte fourragère de* 1883. — « Considérée comme très bonne. »

Pour dégager l'influence des récoltes de fourrages sur le prix du bétail, nous devons prendre comme base, non le prix moyen de

TABLEAU VI.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1872-1873 ...... | 1.71 | 1.60 | 1.93 | 1.83 |
| 1873-1874 ...... | 1.70 | 1.54 | 1.88 | 1.72 |
| 1877-1878 ...... | 1.62 | 1.44 | 1.98 | 1.83 |
| 1878-1879 ...... | 1.63 | 1.47 | 1.93 | 1.76 |
| 1882-1883 ...... | 1.56 | 1.41 | 1.99 | 1.92 |
| 1883-1884 ...... | 1.57 | 1.43 | 1.94 | 1.85 |

l'année civile où la récolte a été effectuée, mais le prix moyen de la période pendant laquelle chaque récolte exerce son influence propre, c'est-à-dire de la période comprenant les six derniers mois d'une

sieurs années consécutives, voilà des millions de bœufs, de vaches et de moutons que l'agriculture n'a plus de quoi nourrir et dont elle a intérêt à se défaire pour assurer la subsistance du reste. Placée sous le coup de la nécessité, elle multipliera ses offres, ne tiendra pas ses prix et se laissera entraîner dans la débâcle jusqu'à l'extrême limite où il semblera encore moins ruineux de chercher à *sauver* ses animaux en les empêchant simplement de mourir de faim, que de les vendre à trop grande perte. C'est ainsi que l'offre ne se composera pas simplement des animaux réellement conduits au marché, il faut encore tenir compte des dispositions morales des vendeurs, contraints de vendre à tout prix, au moins jusqu'à une certaine limite.

L'étude des faits va vous montrer que c'est bien ainsi que se passent réellement les choses, et que dans les années d'abondance fourragère, les prix sont toujours élevés, parce que l'offre de bétail est très restreinte, tandis qu'ils sont nécessairement faibles dans les années de disette fourragère, parce que les offres de bétail sont alors excessives.

### V. — Les prix et les récoltes fourragères.

Les fourrages se composent non seulement de foin sec, mais d'herbe fraîche ou de pâture, de racines fourragères, de résidus industriels, etc. Il est impossible d'exprimer ces récoltes par des nombres, la statistique, sauf en ce qui concerne le foin sec, étant muette sur tous ces éléments. Tout ce qu'on peut faire c'est de les apprécier en les qualifiant de termes qui sont plus ou moins vagues, mais suffisants à la rigueur pour les différencier, tels que *très bonne*, *bonne*, *passable*, *médiocre*, *mauvaise*, etc.

Une publication spéciale, l'*Almanach de l'agriculture*, longtemps rédigée par M. Barral, et continuée par M. H. Sagnier, nous fournit, depuis 1872, des appréciations formulées en termes de ce genre sur la récolte de chacune des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Voici les indications qui s'y trouvent.

De ces seize années, six sont considérées comme bonnes ou très bonnes, au point de vue de la production des fourrages : ce sont les années 1872, 1873, 1877, 1878, 1882 et 1883. Ces années de bonnes récoltes fourragères se suivent, comme on voit, deux par deux, et sont séparées par des séries de trois années médiocres ou

mauvaises. L'année 1887 constitue même la quatrième année de la dernière série. Voici de quelle façon chacune des bonnes récoltes est qualifiée dans la publication dont il s'agit.

*Récolte fourragère de* 1872. — « La fenaison a donné des résultats magnifiques. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1873, page 153.)

*Récolte fourragère de* 1873. — « Les prairies ont donné d'abondantes récoltes fourragères. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1874, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1877. — « Les prairies naturelles aussi bien que les récoltes artificielles ont donné dans tous les départements une récolte abondante, parfois exceptionnelle. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1878, page 156.)

*Récolte fourragère de* 1878. — « De même qu'en 1877, la récolte fourragère a été exceptionnellement abondante dans le nord et le centre de la France. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1879, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1882. — « Récolte abondante. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

*Récolte fourragère de* 1883. — « Considérée comme très bonne. »

Pour dégager l'influence des récoltes de fourrages sur le prix du bétail, nous devons prendre comme base, non le prix moyen de

TABLEAU VI.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1872-1873 ...... | 1.71 | 1.60 | 1.93 | 1.83 |
| 1873-1874...... | 1.70 | 1.54 | 1.88 | 1.72 |
| 1877-1878...... | 1.62 | 1.44 | 1.98 | 1.83 |
| 1878-1879...... | 1.63 | 1.47 | 1.93 | 1.76 |
| 1882-1883...... | 1.56 | 1.41 | 1.99 | 1.92 |
| 1883-1884....... | 1.57 | 1.43 | 1.94 | 1.85 |

l'année civile où la récolte a été effectuée, mais le prix moyen de la période pendant laquelle chaque récolte exerce son influence propre, c'est-à-dire de la période comprenant les six derniers mois d'une

sieurs années consécutives, voilà des millions de bœufs, de vaches et de moutons que l'agriculture n'a plus de quoi nourrir et dont elle a intérêt à se défaire pour assurer la subsistance du reste. Placée sous le coup de la nécessité, elle multipliera ses offres, ne tiendra pas ses prix et se laissera entraîner dans la débâcle jusqu'à l'extrême limite où il semblera encore moins ruineux de chercher à *sauver* ses animaux en les empêchant simplement de mourir de faim, que de les vendre à trop grande perte. C'est ainsi que l'offre ne se composera pas simplement des animaux réellement conduits au marché, il faut encore tenir compte des dispositions morales des vendeurs, contraints de vendre à tout prix, au moins jusqu'à une certaine limite.

L'étude des faits va vous montrer que c'est bien ainsi que se passent réellement les choses, et que dans les années d'abondance fourragère, les prix sont toujours élevés, parce que l'offre de bétail est très restreinte, tandis qu'ils sont nécessairement faibles dans les années de disette fourragère, parce que les offres de bétail sont alors excessives.

### V. — Les prix et les récoltes fourragères.

Les fourrages se composent non seulement de foin sec, mais d'herbe fraîche ou de pâture, de racines fourragères, de résidus industriels, etc. Il est impossible d'exprimer ces récoltes par des nombres, la statistique, sauf en ce qui concerne le foin sec, étant muette sur tous ces éléments. Tout ce qu'on peut faire c'est de les apprécier en les qualifiant de termes qui sont plus ou moins vagues, mais suffisants à la rigueur pour les différencier, tels que *très bonne*, *bonne*, *passable*, *médiocre*, *mauvaise*, etc.

Une publication spéciale, l'*Almanach de l'agriculture*, longtemps rédigée par M. Barral, et continuée par M. H. Sagnier, nous fournit, depuis 1872, des appréciations formulées en termes de ce genre sur la récolte de chacune des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Voici les indications qui s'y trouvent.

De ces seize années, six sont considérées comme bonnes ou très bonnes, au point de vue de la production des fourrages : ce sont les années 1872, 1873, 1877, 1878, 1882 et 1883. Ces années de bonnes récoltes fourragères se suivent, comme on voit, deux par deux, et sont séparées par des séries de trois années médiocres ou

mauvaises. L'année 1887 constitue même la quatrième année de la dernière série. Voici de quelle façon chacune des bonnes récoltes est qualifiée dans la publication dont il s'agit.

*Récolte fourragère de* 1872. — « La fenaison a donné des résultats magnifiques. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1873, page 153.)

*Récolte fourragère de* 1873. — « Les prairies ont donné d'abondantes récoltes fourragères. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1874, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1877. — « Les prairies naturelles aussi bien que les récoltes artificielles ont donné dans tous les départements une récolte abondante, parfois exceptionnelle. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1878, page 156.)

*Récolte fourragère de* 1878. — « De même qu'en 1877, la récolte fourragère a été exceptionnellement abondante dans le nord et le centre de la France. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1879, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1882. — « Récolte abondante. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

*Récolte fourragère de* 1883. — « Considérée comme très bonne. »

Pour dégager l'influence des récoltes de fourrages sur le prix du bétail, nous devons prendre comme base, non le prix moyen de

TABLEAU VI.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1872-1873 ...... | 1.71 | 1.60 | 1.93 | 1.83 |
| 1873-1874...... | 1.70 | 1.54 | 1.88 | 1.72 |
| 1877-1878...... | 1.62 | 1.44 | 1.98 | 1.83 |
| 1878-1879...... | 1.63 | 1.47 | 1.93 | 1.76 |
| 1882-1883...... | 1.56 | 1.41 | 1.99 | 1.92 |
| 1883-1884....... | 1.57 | 1.43 | 1.94 | 1.85 |

l'année civile où la récolte a été effectuée, mais le prix moyen de la période pendant laquelle chaque récolte exerce son influence propre, c'est-à-dire de la période comprenant les six derniers mois d'une

sieurs années consécutives, voilà des millions de bœufs, de vaches et de moutons que l'agriculture n'a plus de quoi nourrir et dont elle a intérêt à se défaire pour assurer la subsistance du reste. Placée sous le coup de la nécessité, elle multipliera ses offres, ne tiendra pas ses prix et se laissera entraîner dans la débâcle jusqu'à l'extrême limite où il semblera encore moins ruineux de chercher à *sauver* ses animaux en les empêchant simplement de mourir de faim, que de les vendre à trop grande perte. C'est ainsi que l'offre ne se composera pas simplement des animaux réellement conduits au marché, il faut encore tenir compte des dispositions morales des vendeurs, contraints de vendre à tout prix, au moins jusqu'à une certaine limite.

L'étude des faits va vous montrer que c'est bien ainsi que se passent réellement les choses, et que dans les années d'abondance fourragère, les prix sont toujours élevés, parce que l'offre de bétail est très restreinte, tandis qu'ils sont nécessairement faibles dans les années de disette fourragère, parce que les offres de bétail sont alors excessives.

### V. — Les prix et les récoltes fourragères.

Les fourrages se composent non seulement de foin sec, mais d'herbe fraîche ou de pâture, de racines fourragères, de résidus industriels, etc. Il est impossible d'exprimer ces récoltes par des nombres, la statistique, sauf en ce qui concerne le foin sec, étant muette sur tous ces éléments. Tout ce qu'on peut faire c'est de les apprécier en les qualifiant de termes qui sont plus ou moins vagues, mais suffisants à la rigueur pour les différencier, tels que *très bonne*, *bonne*, *passable*, *médiocre*, *mauvaise*, etc.

Une publication spéciale, l'*Almanach de l'agriculture*, longtemps rédigée par M. Barral, et continuée par M. H. Sagnier, nous fournit, depuis 1872, des appréciations formulées en termes de ce genre sur la récolte de chacune des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Voici les indications qui s'y trouvent.

De ces seize années, six sont considérées comme bonnes ou très bonnes, au point de vue de la production des fourrages : ce sont les années 1872, 1873, 1877, 1878, 1882 et 1883. Ces années de bonnes récoltes fourragères se suivent, comme on voit, deux par deux, et sont séparées par des séries de trois années médiocres ou

mauvaises. L'année 1887 constitue même la quatrième année de la dernière série. Voici de quelle façon chacune des bonnes récoltes est qualifiée dans la publication dont il s'agit.

*Récolte fourragère de* 1872. — « La fenaison a donné des résultats magnifiques. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1873, page 153.)

*Récolte fourragère de* 1873. — « Les prairies ont donné d'abondantes récoltes fourragères. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1874, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1877. — « Les prairies naturelles aussi bien que les récoltes artificielles ont donné dans tous les départements une récolte abondante, parfois exceptionnelle. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1878, page 156.)

*Récolte fourragère de* 1878. — « De même qu'en 1877, la récolte fourragère a été exceptionnellement abondante dans le nord et le centre de la France. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1879, page 161.)

*Récolte fourragère de* 1882. — « Récolte abondante. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

*Récolte fourragère de* 1883. — « Considérée comme très bonne. »

Pour dégager l'influence des récoltes de fourrages sur le prix du bétail, nous devons prendre comme base, non le prix moyen de

TABLEAU VI.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1872-1873 ...... | 1.71 | 1.60 | 1.93 | 1.83 |
| 1873-1874...... | 1.70 | 1.54 | 1.88 | 1.72 |
| 1877-1878...... | 1.62 | 1.44 | 1.98 | 1.83 |
| 1878-1879...... | 1.63 | 1.47 | 1.93 | 1.76 |
| 1882-1883...... | 1.56 | 1.41 | 1.99 | 1.92 |
| 1883-1884....... | 1.57 | 1.43 | 1.94 | 1.85 |

l'année civile où la récolte a été effectuée, mais le prix moyen de la période pendant laquelle chaque récolte exerce son influence propre, c'est-à-dire de la période comprenant les six derniers mois d'une

année et les six premiers mois de la suivante. En adoptant ces bases de calcul, nous obtenons les résultats consignés dans le tableau qui précède. (Tableau VI.)

Ces prix sont les plus élevés que nous offre la série des seize années comprises entre 1872 et 1887 inclusivement. Il n'y a aucune exception, ni pour le bœuf, ni pour la vache, ni pour le veau. Le mouton, bien qu'ayant eu les prix les plus élevés dans quatre de ces années, nous présente cependant deux anomalies : les prix de 1873-1874 et de 1878-1879 sont inférieurs aux prix moyens de deux années de récoltes fourragères médiocres, ainsi que nous le verrons plus bas. Nous renonçons pour le moment à expliquer ces anomalies. Quant aux espèces faisant partie du groupe des bovidés, il est impossible de trouver des résultats plus concordants entre les prix et les récoltes de fourrages. Nous sommes donc fondé à dire que l'abondance fourragère se traduit toujours par les prix élevés du gros bétail, presque toujours par les prix élevés du mouton.

Voyons maintenant si le phénomène inverse se produit, ou si les prix faibles du bétail correspondent toujours aux mauvaises récoltes fourragères.

Nous avons dit qu'il y a eu, depuis 1872, trois séries de récoltes fourragères médiocres ou mauvaises : la première comprenant les récoltes de 1874, 1875 et 1876 ; la seconde comprenant celles de 1879, 1880 et 1881 ; la troisième enfin qui embrasse les récoltes des quatre dernières années, 1884, 1885, 1886 et 1887. Voici comment ces récoltes sont caractérisées dans la publication dont nous empruntons le jugement. Pour ne pas fatiguer le lecteur par ce surcroît de citations, nous groupons ces appréciations par série.

*Première série comprenant les années* 1874, 1875 et 1876. —

TABLEAU VII.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1874-1875 ...... | 1.51 | 1.27 | 1.88 | 1.70 |
| 1875-1876 ...... | 1.56 | 1.33 | 1.84 | 1.77 |
| 1876-1877 ...... | 1.55 | 1.34 | 1.77 | 1.70 |

Les récoltes de ces trois années sont qualifiées médiocres ou mauvaises. « On n'a pas eu à se louer de ces trois récoltes, » dit l'*Almanach* pour l'année 1878. Or, les prix influencés par ces récoltes sont consignés dans le tableau qui précède. (Tableau VII.)

Ces prix sont encore relativement élevés, et nous donnerons plus loin l'explication de cette élévation relative. Ils n'en constituent pas moins, par rapport aux prix déterminés par les bonnes récoltes de 1872 et de 1873, une diminution de 10 à 12 p. 100.

*Deuxième série comprenant les années* 1879, 1880 et 1881. — L'année 1879 n'a donné qu'une récolte fourragère médiocre. Les récoltes de 1880 et 1881 sont qualifiées de « maigres ». (*Almanach de l'agriculture* pour 1883, page 151.)

Les prix correspondant à ces récoltes ont été les suivants :

TABBEAU VIII.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1879-1880 ...... | 1.49 | 1.32 | 1.78 | 1.65 |
| 1880-1881 ... .. | 1.40 | 1.24 | 1.79 | 1.70 |
| 1881-1882 ...... | 1.39 | 1.31 | 1.83 | 1.78 |

Ces prix sont plus faibles que ceux de la série précédente. Rapprochés des prix influencés par les deux bonnes récoltes de 1877 et de 1878, ils présentent une diminution de 8 à 9 p. 100. L'influence des mauvaises récoltes, qui se traduit par la baisse des prix, est donc encore ici très sensible.

*Troisième série comprenant les récoltes des années* 1884, 1885 et 1886. Les récoltes fourragères de ces trois années sont qualifiées de « médiocres ». (*Almanach de l'agriculture* pour 1885, page 147. — *Id.* pour 1887, page 162.) — Quant à la récolte de 1887, voici comment elle est appréciée :

« Les circonstances climatériques ont été très défavorables à la production fourragère. Si la première coupe des fourrages, surtout dans les prairies artificielles, a été assez bonne et surtout d'excellente qualité, la sécheresse de l'été a rendu presque nulle la pro-

duction des regains; dans les pâtures l'herbe a séché sur pied, au point que dans plusieurs parties de la Normandie on a dû entamer, dès le mois d'août, les provisions de foin réservées pour l'hiver. D'autre part les betteraves fourragères, les navets, les choux, etc., ne donneront qu'un très maigre produit. » (*Almanach de l'agriculture* pour 1887, page 152.)

Il suffit de rapprocher de ces appréciations les prix du bétail pour y trouver la confirmation éclatante de notre thèse. Ces prix sont rappelés dans le tableau suivant. Nous faisons seulement observer que les prix influencés par la dernière récolte de fourrages portent seulement sur les derniers mois de 1887. (Tableau IX.)

TABLEAU IX.

| ANNÉES. | PRIX DU KILOGR. DE VIANDE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BŒUF. | VACHE. | VEAU. | MOUTON. |
| 1884-1885....... | 1.46 | 1.37 | 1.76 | 1.71 |
| 1885-1886....... | 1.38 | 1.27 | 1.77 | 1.59 |
| 1886-1887....... | 1.26 | 1.15 | 1.56 | 1.50 |
| 1887, six derniers mois.......... | 1.16 | 1.06 | 1.39 | 1.43 |

C'est la dernière récolte, encore plus mauvaise que les trois précédentes, qui a produit l'effondrement des cours. L'influence de la récolte fourragère sur les prix du bétail sur pied ne saurait donc être contestée. Les faits si nombreux et si précis que nous venons d'indiquer ne laissent pas subsister sur ce point le moindre doute.

Il est à remarquer que les prix de chacune des séries de bonnes ou de mauvaises années vont en diminuant depuis 1872; que les prix de 1872 et de 1873 sont plus élevés que ceux de 1877 et de 1878, qui sont eux-mêmes au-dessus des prix de 1882 et de 1883; qu'il en est de même pour les séries de mauvaises récoltes, les prix de 1874, 1875 et 1876 étant supérieurs à ceux de 1879, 1880 et 1881, etc. Les différences ne sont pas bien grandes, mais nous croyons y voir l'effet d'une cause qui agit dans le même sens que la disette fourragère, quoique avec beaucoup moins d'intensité. C'est

de l'augmentation de notre effectif de l'espèce bovine que nous voulons parler.

Après les désastres de la guerre franco-allemande, il nous restait environ 11 millions de têtes de l'espèce bovine ; plus d'un million et demi de têtes avaient disparu par le double fait de nos pertes de territoire et des ravages du typhus. Cette diminution d'effectif avait naturellement pour effet de resserrer l'offre et de faire monter le prix. Nos pertes sont aujourd'hui réparées, en ce qui concerne l'effectif de l'espèce bovine. Nous avons reconstitué nos étables, et même au delà, puisque nous avons, malgré la réduction de notre territoire, plus de têtes de gros bétail qu'avant la guerre. De là une offre qui ne semble pas avoir trouvé un contrepoids suffisant dans le développement de la consommation. Pour faire la part de cette influence, nous croyons qu'on peut lui imputer le quart environ de la dépression des prix, les trois autres quarts étant dus à l'action de la disette fourragère.

## VI. — Conclusions.

Nous pouvons résumer ainsi les conclusions qui découlent de cette étude.

1° La concurrence étrangère n'est pas, comme on le croit communément, la cause qui a amené la baisse de prix du bétail sur pied. Les importations de bétail étranger ne représentent qu'une fraction minime de notre consommation et ne sauraient, dès lors, exercer une action sérieuse sur nos prix, en altérant, d'une façon quelque peu sensible, le rapport de l'offre à la demande. Les importations se restreignent toujours quand nos prix sont faibles ; elles montent quand nos prix sont élevés. Il est de toute évidence qu'elles obéissent à nos cours, mais qu'elles ne les font pas ; qu'elles sont un effet des prix forts, mais non une cause des prix faibles. Il suffit de consulter les mobiles auxquels obéit le commerce en général pour se rendre compte que cette marche comparée des prix et des importations est rigoureusement ce qu'elle doit être.

2° Le relèvement des taxes de douane est sans efficacité sur les prix, parce que ces taxes visent uniquement la concurrence étrangère qui n'est pour rien dans la baisse des cours. Les faits le démontrent avec une clarté sans pareille. Toutes les fois qu'on a protégé le bétail par des taxes de douane, le prix a baissé ; il a haussé

toutes les fois qu'on a supprimé ou diminué les taxes. Les périodes de protection agricole ont toujours été des périodes de crise et de misère, durant lesquelles les pouvoirs publics se sont usés à remanier les droits de douane afin de les rendre efficaces, c'est-à-dire utiles à l'agriculture, sans pouvoir jamais y réussir. Après la Restauration et le gouvernement de Juillet, nous avons recommencé la même expérience, avec moins d'ardeur peut-être, mais avec un insuccès encore plus marqué. De la prohibition totale ou partielle du bétail étranger il n'y a donc absolument rien à attendre pour le relèvement de nos prix à l'intérieur.

3° C'est la concurrence intérieure qui est la véritable et unique cause de la faiblesse de nos prix actuels. Cette concurrence agit de deux façons : 1° par les accroissements numériques de bétail qui ont pour effet d'augmenter l'offre et d'amener ainsi, pour peu que la demande reste stationnaire, une baisse lente, mais régulière et persistante du bétail ; 2° par les variations de la récolte fourragère qui entraînent dans les prix des oscillations dont l'amplitude peut dépasser 20 pour cent. Cette concurrence, qui s'exerce par des milliers de cultivateurs possédant de nombreux millions de têtes de bétail, est le seul et véritable régulateur de nos prix.

Et maintenant y a-t-il des remèdes à la situation?

De remède direct, ayant la vertu de pousser *hic et nunc* au relèvement des prix du bétail, nous n'en connaissons pas. Le mal guérira par la cessation des causes qui l'ont fait naître. Quand viendront de meilleures récoltes de fourrages, quand la consommation, au lieu de rester stationnaire et de se laisser distancer par la production, aura repris son essor par un nouveau développement de la prospérité publique, l'offre de bétail se resserrera sur nos marchés, les demandes seront plus nombreuses et les prix se relèveront alors avec une force irrésistible. C'est ainsi que les choses ont toujours eu lieu dans le passé et il n'y a rien absolument qui puisse empêcher qu'elles aillent de même dans l'avenir. Il n'y a donc qu'à attendre et de la clémence du temps et de la sagesse des gouvernements une meilleure fortune.

---

# SUR LA FERMENTATION RAPIDE DES MOUTS DE RAISIN

**PAR M. A. AUDOYNAUD**
Professeur à l'École d'agriculture de Montpellier

En 1885, je constatais ce fait passé inaperçu que le plâtre ajouté aux vendanges au moment de la mise en cuve activait la fermentation; le sucre par son dédoublement donnait dans les moûts plâtrés un dégagement rapide de gaz carbonique et la liqueur s'enrichissait plus vite en alcool; la durée de la fermentation tumultueuse était ainsi notablement diminuée. Les mêmes résultats s'étant produits dans des expériences faites en 1886 (tableau I),

TABLEAU I.

*Expériences du 16 au 30 octobre* 1886.

| | Décilitres de $CO^2$ dégagés. | | | | | | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jacquez. | | | Aramons. | | | |
| | Témoin. | Plâtre A. | Plâtre B. | Témoin. | Plâtre A. | Plâtre B. | |
| 18 septembre..... | 18 | 12 | 18 | 20 | 20 | 20 | Tout est rapporté à un kilo de vendanges. La fermentation des Jacquez et Aramons plâtrés était presque achevée le 25 septembre; pour les témoins elle était encore très active le 30. |
| 19 — ..... | 49 | 38 | 40 | 28 | 29 | 31 | |
| 20 — ..... | 58 | 91 | 85 | 52 | 77 | 73 | |
| 21 — ..... | — | 82 | 52 | — | 90 | 79 | |
| 22 — ..... | — | 29 | 33 | — | 62 | 50 | |

*Expériences sur Aramons seulement du 31 septembre au 5 octobre* 1886.

| | Décilitres de $CO^2$ dégagés. | | | | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Témoins. | Plâtre A. | Plâtre B. | Plâtre C. | |
| 22 et 23 septembre. | 53 | 95 | 101 | 72 | Tout est rapporté à un kilo de vendanges. — Le 30 sept. la fermentation était presque achevée pour les moûts plâtrés A et B; elle était encore un peu active pour C; quant au témoin sa fermentation était encore très active le 5 octobre. |
| 24 — | 57 | 76 | 69 | 57 | |
| 25 — | 26 | 18 | 20 | 22 | |

j'ai été conduit à m'occuper des conditions qui peuvent d'une ma-

TABLEAU II.

*Expériences du 13 au 17 janvier 1887,*

| | DÉCILITRES $CO^2$ RECUEILLIS. | | | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 gr. sulfate de chaux pur. | 2 gr. sulfate d'ammoniaque pur. | 2 gr. phosphate d'ammoniaque pur. | TÉMOIN. | |
| 13 Janvier. | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | Chaque flacon a reçu : 300 gr. de raisins secs, 400 gr. d'eau, 10 cent. cubes de ferments. Température moyenne 20°. 1/5 du sucre seulement a fermenté pendant ces cinq jours. |
| 14 — | 4.6 | 5.5 | 6.2 | 3.3 | |
| 15 — | 27.9 | 24.1 | 26.2 | 20.0 | |
| 16 — | 45.0 | 24.0 | 32.4 | 22.4 | |
| 17 — | 31.5 | 21.6 | 27.0 | 22.6 | |
| | 109.8 | 76.0 | 92.5 | 68.8 | |
| Alcool le 17. | 5°,5 | 4°,5 | 5°,3 | 3°,4 | |

*Expériences du 20 au 25 janvier.*

| PÉRIODE de 12 heures. | 1 gramme de sulfate de chaux pure. | | $0^{gr},75$ de phosphate d'ammoniaque. | | $0^{gr},5$ de sulfate de chaux et 0.5 de phosphate d'ammoniaque. | | TÉMOIN. | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-2........ | 25.2 | 156.5 | 32.1 | 157.2 | 38.1 | 179.2 | 20.4 | 145.2 | Chaque flacon a reçu : 300 grammes de raisins secs, 400 grammes d'eau, 10 centimètres cubes de ferments. Température moyenne 25 à 28°, usage du compteur Houdaille. Vin très riche en alcool, dosant de 10 à 11°. 2/3 du sucre seulement ont fermenté. |
| 3........ | 39.6 | | 40.2 | | 50.2 | | 37.5 | | |
| 4........ | 40.3 | | 38.1 | | 42.8 | | 38.4 | | |
| 5........ | 30.1 | | 26.7 | | 29.7 | | 28.5 | | |
| 6........ | 21.3 | | 14.1 | | 19.2 | | 20.4 | | |
| 7........ | 17.1 | | 10.8 | | 13.6 | | 17.0 | | |
| 8........ | 15.4 | | 9.6 | | 11.7 | | 14.6 | | |
| 9........ | 18.7 | | 9.0 | | 10.4 | | 17.6 | | |
| 10........ | 7.5 | | 1.5 | | 1.9 | | 7.4 | | |
| | 215.2 | | 188.1 | | 216.8 | | 201.8 | | |

nière générale favoriser le développement du ferment alcoolique.

Dumas (*Ann. de phys. et de ch.*, 1872) avait déjà traité une ques-

tion analogue, en faisant agir la levure de bière sur des solutions de sucre candi, et à la fin de son intéressant mémoire, il avait indiqué un certain nombre de substances qui, ajoutées à la liqueur, favorisaient ou ralentissaient l'activité du ferment alcoolique.

Parmi les substances favorables, il indique : le sulfate de potasse, le chlorure de potassium, le phosphate de potasse, le tartrate et le bitartrate de potasse, le phosphate de soude, le sulfate de soude, le phosphate d'ammoniaque, le sulfate de magnésie, le sulfate de chaux, le chlorure de calcium, le sulfate de cuivre au 1/40000e (au 1/2000e il arrête la fermentation. Voir *Microbiologie* de Duclaux).

Dans la liste des substances qui sont passives ou qui affaiblissent l'action de la levure, on trouve : l'azotate de potasse, le borax, l'azotate d'ammoniaque, le tartrate d'ammoniaque, le sulfate de fer au 1/350e, le sulfate de manganèse au 1/350e, etc.

Ces conclusions de Dumas sont-elles applicables à la levure alcoolique du moût de raisin qui n'est pas identique aux levures de bière? il me paraissait intéressant de le vérifier; déjà pour le sulfate de chaux nous trouvons un certain accord; en plaçant dans les mêmes conditions des moûts plâtrés et non plâtrés, mes expériences de 1886 montrent que pour les premiers la fermentation marche plus vite. En est-il de même pour les autres substances ci-dessus mentionnées et pour d'autres qu'on pourrait y ajouter?

La régularité et la rapidité de la fermentation me paraissent avoir une grande importance. Elles contribuent certainement à la conservation du vin; des vignerons experts affirment que le vin est de bonne conserve les années où la fermentation tumultueuse s'accomplit vite et régulièrement. On en conçoit la raison en se rappelant les travaux de Pasteur. Les germes qui se transforment dans le moût en levure alcoolique viennent du dehors, ils ne sont pas contenus dans le grain de raisin; mais ils sont déposés sur la surface des grappes et toujours accompagnés de plusieurs autres espèces parmi lesquels se trouvent certainement les ferments de maladie. Or, d'après Pasteur, l'alcool est le grand ennemi de ces derniers; il empêche leur évolution. On peut donc espérer de produire sur eux cet arrêt de développement en activant la vie du ferment alcoolique, c'est-à-dire en enrichissant rapidement la liqueur en alcool. C'est ce qui me permettait de dire dans une note

antérieure sur mes expériences de 1886 que le plâtrage des vendanges était, quant au résultat final, comparable à un vinage anticipé.

On ne peut admettre que toujours le moût de raisin soit dans les meilleures conditions possibles pour le développement du ferment alcoolique ; il se présente souvent des circonstances locales ou accidentelles où le moût doit manquer de certains principes utiles à la vie du ferment ou les posséder dans des conditions insuffisantes d'assimilabilité. L'addition de certaines substances doit donc s'imposer pour compléter la fertilité de ce terroir où la levure doit croître avec toute l'intensité désirable. Si nous laissons de côté les aliments hydrocarbonés (sucre, etc.) auxquels on pourra toujours remédier par des apports directs de matière sucrée, nous avons à examiner les aliments azotés et les aliments minéraux. L'addition de matières organiques azotées assimilables par la levure alcoolique n'est pas possible dans l'état actuel de nos connaissances sur ces matières ; il faut recourir aux composés ammoniacaux ou aux nitrates ; et quant aux principes minéraux il semble rationnel de s'adresser aux sels minéraux suffisamment solubles dans le moût de raisin. C'est ce que nous avons fait dans les recherches qui ont fourni les tableaux de ce mémoire.

Pour juger de l'activité de la fermentation on a, dans certains cas, arrêté l'expérience à un moment donné et dosé l'alcool du vin produit ; ailleurs, on a mesuré à intervalles de temps égaux les volumes du gaz carbonique dégagé ; avec le compteur Houdaille ces intervalles étaient de douze heures. Les recherches dont nous allons parler ont surtout été faites soit avec des raisins secs de Corinthe, soit avec des raisins frais de Terret-Bourret. Comme la fermentation est lente à s'établir avec les raisins secs, on ajoutait à chaque flacon 10 centimètres cubes d'une liqueur contenant des ferments conservés des vendanges précédentes. La composition de ces raisins est donnée par les nombres suivants pour un kilo.

| | Terret-Bourret. | Raisins secs. |
|---|---|---|
| | Gr. | Gr. |
| Eau | 771.00 | 970.56 |
| Matières combustibles ou volatiles | 214.31 | |
| Cendres | 14.69 | 29.44 |
| Azote | 0.902 | 1.96 |
| Sucres réducteurs | 139.000 | 430.00 |

| | | Terret-Bourret. | Raisins secs. |
|---|---|---|---|
| | | Gr. | Gr. |
| | Partie siliceuse résistante aux acides. | 7.815 | 13.62 |
| Cendres | Oxyde de fer et alumine | 3.042 | 4.28 |
| | Acide phosphorique | 0.459 | 1.31 |
| | Acide sulfurique | 0.580 | 0.99 |
| | Acide carbonique | 0.224 | » |
| | Potasse | 1.629 | 5.96 |
| | Chaux | 0.798 | 0.88 |
| | Principes non dosés | 0.143 | 2.40 |

Si tout l'azote était sous forme albuminoïde, on aurait environ 5,64 et 12,20 de matière albuminoïde. La matière sucrée par fermentation donnerait sensiblement par kilo : de Terret-Bourret, 32 litres d'acide carbonique, et de raisins secs 100 litres de ce gaz.

L'alcool pur correspondant serait 80 centimètres cubes pour les Terret-Bourret, et 250 centimètres cubes pour les raisins secs.

Toutes ces données étant établies, il faut examiner et discuter les résultats consignés dans nos tableaux.

TABLEAU III.

*Expériences, du 1er février 1887 10 heures du matin au 4 février 8 heures du matin.*

200 grammes raisins secs. — 500 grammes d'eau. — 10 centimètres cubes de ferment température de 25 à 28° degrés alcoométriques pris le 4 février.

| | |
|---|---|
| Témoin | 2.1 |
| Sulfate de chaux 1 gramme | 3.2 |
| Phosphate d'ammoniaque 0gr,75 | 6.4 |
| Sulfate de chaux 0.5, plus phosphate d'ammoniaque 0.5 | 6.1 |
| Phosphate bicalcique 0.75 | 3.5 |
| Sulfate d'ammoniaque 0.75 | 7.1 |
| Sulfate d'ammoniaque 0.5, plus phosphate bicalcique 0.5 | 7.0 |
| Sulfate de chaux 0.5 | 3.1 |

Une fermentation complète eût donné 8° environ d'alcool.

*Expériences, du 5 février 8 heures du soir au 8 février 8 heures du matin, soit 72 heures de durée.*

200 grammes raisins secs. — 500 grammes d'eau. — 10 centimètres cubes ferments : température de 25 à 28°.

| | degré alcoolique. | décilitres de gaz recueillis |
|---|---|---|
| 1 gramme nitrate de chaux pur | 5.1 | 143.7 |
| 0.5 phosphate d'ammoniaque et 0.5 de nitrate de chaux | 8.1 | 208.8 |

1° On peut voir que dans toutes ces expériences les sels que nous avons choisis pour être ajoutés en faible proportion au moût (0gr5

à 1 gramme par kilo de raisins frais), ont confirmé les indications de Dumas, mais à des degrés différents ; dans toutes on a accru la vitalité de la levure alcoolique.

2° Les sels ammoniacaux, sulfate, carbonate, phosphate, tiennent le premier rang. Il est probable que les matières azotées du moût, qui cependant étaient assez considérables, ont besoin de subir une transformation pour donner des produits aptes à nourrir le ferment ; et cette transformation doit être assez lente à se produire ; c'est même probablement les diastases secrétées par la levure qui l'accomplissent ; la levure prépare ses vrais aliments. Aussi le ferment alcoolique, rencontrant le principe ammoniacal en solution dans la liqueur, en fait-il immédiatement son profit, à la condition toutefois que la proportion ajoutée laisse à la liqueur *un certain degré d'acidité*. En voici des exemples :

Au tableau IV, après trois jours de fermentation, le témoin a dégagé $6^l,3$ de gaz carbonique ; le flacon avec 1/2 gramme de phosphate 12,4 ; le flacon avec 1/2 gramme de carbonate 12,7. En d'autres termes 1/3 à peine de sucre a été décomposé dans le flacon témoin, tandis que pour les deux autres plus de 1/2 a disparu.

TABLEAU IV.

*Expériences du 10 octobre 1887.*

(Un kilo. de Terret-Bourret dans chaque flacon.)

| PÉRIODES de 12 heures. | DÉCILITRES DE GAZ CARBONIQUE RECUEILLIS. | | | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|
| | TÉMOIN. | 0.5 phosphate d'ammoniaque. | 0.5 carbonate d'ammoniaque. | 0.5 carbonate d'ammoniaque, 0.5 phosphate bicalcique. | |
| 1........ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2........ | 0.6 | 3.9 | 0.9 | 3.3 | |
| 3........ | 4.9 | 12.2 | 6.3 | 9.7 | |
| 4........ | 8.5 } 63.2 | 23.6 } 124.4 | 20.8 } 127.2 | 20.2 } 140.4 | |
| 5........ | 14.9 | 36.7 | 44.4 | 42.0 | Tous ces vins examinés au dixième jour ont accusé dix degrés d'alcool environ. |
| 6........ | 34.3 | 48.0 | 54.8 | 65.3 | |
| 7........ | 39.8 | 40.7 | 43.8 | 57.1 | |
| 8........ | 45.9 | 39.6 | 40.0 | 51.9 | |
| 9........ | 44.4 | 34.9 | 33.1 | 38.9 | |
| 10........ | 42.2 | 29.7 | 23.0 | 27.2 | |
| 11........ | 40.7 | 24.5 | 12.6 | 13.0 | |
| | 276. | 294 | 280 | 328 | |

Résultat semblable avec les raisins secs (tableau III) ; après trois jours de fermentation le vin du flacon témoin dose 2°,1 d'al-

cool, et celui qui a reçu 0gr,75 de sulfate d'ammoniaque dose 7°,1 d'alcool.

Sans insister davantage, on voit qu'on aura dans l'emploi raisonné des sels ammoniacaux un moyen très économique pour rendre la fermentation plus rapide, pour suppléer les matières albuminoïdes encore peu assimilables du moût. Les nitrates ne sauraient les remplacer ; une seule expérience, il est vrai, a été faite avec le nitrate de chaux (tableau III); ce sel paraît surtout avoir agi comme sel de chaux très soluble. Les recherches de Dumas sur la levure de bière tendent à établir que les nitrates de potasse et d'ammoniaque affaiblissent le ferment.

TABLEAU V.

*Expériences du 21 octobre* 1887.

(Un kilo de Terret-Bouret dans chaque flacon).

| PÉRIODES de 12 heures. | DÉCILITRES DE GAZ CARBONIQUE RECUEILLIS. | | | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 sulfate de magnésie 0.5 phosphate d'ammoniaque. | 0.5 sulfate de magnésie. | 0.5 chlorure de magnésium, 0.5 carbonate d'ammoniaque. | 0.5 chlorure de magnésium. | |
| 1........... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Ces vins examinés à la fin de l'expérience ont donné en alcool respectivement 11°, 9°, 11°, 8°,2. |
| 2........... | 0.9 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | |
| 3........... | 4.0 | 2.6 | 3.0 | 2.6 | |
| 4........... | 14.2 | 2.6 | 6.9 | 3.0 | |
| 5........... | 48.9 | 3.9 | 24.6 | 4.3 | |
| 6........... | 80.0 | 7.8 | 54.3 | 8.8 | |
| 7........... | 78.1 | 23.8 | 70.8 | 22.3 | |
| 8........... | 53.3 | 42.7 | 57.3 | 33.4 | |
| 9........... | 31.0 | 50.2 | 38.4 | 39.7 | |
| 10.......... | 17.7 | 50.8 | 26.4 | 43.0 | |
| 11.......... | 6.8 | 42.0 | 13.5 | 38.4 | |
| 12.......... | 1.2 | 30.0 | 5.1 | 32.1 | |
| 13.......... | 0.3 | 24.8 | 1.5 | 28.5 | |
| | 337 | 282 | 302 | 275 | |

3° Les sels de chaux me paraissent très utiles comme aliment minéral de la *levure de vin ;* leur présence donne une activité très prononcée à la fermentation. Il semble que les composés calciques qui existent dans le moût ne sont pas dans des conditions d'assimilabilité suffisantes, probablement à cause de leur peu de solubilité. Les sels de chaux que nous avons employés paraissent agir en raison même de leur solubilité.

Le carbonate de chaux, qui est presque insoluble dans l'eau

pure, peut se solubiliser dans le moût grâce à l'acide carbonique produit par la levure ; aussi ai-je constaté avec ce sel très pur une légère activité dans la fermentation. Mais les sels d'une solubilité plus prononcée impriment une activité bien apparente, tels sont : le phosphate bicalcique et le sulfate de chaux dont les effets ont servi de point de départ à ces recherches. Le nitrate de chaux, d'une grande solubilité, les surpasse tous les deux. Ainsi au tableau III, avec des raisins secs, on a comme degré alcoolique après trois jours de fermentation :

2°,1 pour le témoin ; 3°,2 pour le flacon ayant reçu 1 gramme de sulfate de chaux pur ; 3°,5 pour celui qui a reçu 0gr,75 de phosphate bicalcique ; et 5°,1 pour le flacon où l'on a mis 1 gramme de nitrate de chaux.

4° Les sels de magnésie ont une action beaucoup moins efficace, comme on peut le voir au tableau V pour le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium, employés seuls ; ils n'arrêtent pas la fermentation, mais ils la ralentissent.

5° Quelques antiseptiques ont été proposés pour arrêter le développement des ferments de maladie, entre autres l'acide borique ; j'ai voulu voir si ce dernier activait la fermentation ; il n'en est rien (tableau VI) ; son action n'est point comparable à celle du

TABLEAU VI.

*Expériences du 4 novembre 1887.*

(Un kilogramme de Terret-Bourret dans chaque flacon).

| PÉRIODES de 12 heures. | DÉCILITRES DE GAZ RECUEILLIS. | | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|
| | 1 gr. acide borique. | 0.75 phosphate d'ammoniaque | 0.75 sulfate de chaux. | |
| 1......... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | La fermentation a été lente à s'établir à cause de la basse température de la pièce au début de l'expérimentation. |
| 2......... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 3......... | 0.0 | 0.0 | 0.3 | |
| 4......... | 0.6 | 0.3 | 0.6 | |
| 5......... | 1.2 | 0.6 | 0.9 | |
| 6......... | 1.8 | 5.9 | 3.3 | L'enregistreur du flacon à phosphate s'est dérangé à la 7e période et à la 13e ; alors nous l'avons abandonné jusqu'à la fin de l'expérience. |
| 7......... | 8.4 | » | 23.8 | |
| 8......... | 32.9 | 81.2 | 70.7 | |
| 9......... | 70.0 | 94.5 | 91.8 | |
| 10......... | 75.2 | 70.8 | 70.6 | |
| 11......... | 62.8 | 47.5 | 47.7 | |
| 12......... | 41.3 | 26.7 | 30.9 | |
| 13......... | 26.5 | » | 16.8 | Ces trois vins marquaient 11° d'alcool au dixième jour. |
| 14......... | 12.3 | » | 4.9 | |
| 15......... | 7.2 | » | 1.5 | |

phosphate d'ammoniaque et même du sulfate de chaux. Si l'acide borique agit sur les ferments de maladie, il le doit à des causes d'une toute autre nature.

6° Une remarque importante a été faite au cours des expériences sur les raisins secs : la fermentation pour être complète exige un certain rapport limite entre le poids d'eau et le poids de la matière sucrée ; autrement dit, l'action de la levure alcoolique s'affaiblit quand la liqueur acquiert une grande richesse en alcool. Les raisins secs contenaient environ 50 p. 100 d'eau ; or, au tableau II, on avait en présence :

250 + 50 gr. = 650 d'eau
Et 43 × 5 gr. = 215 de sucre

le rapport est 3/1 environ ; après cinq jours de fermentation, il ne s'est dégagé que 8 à 10 litres de gaz carbonique sur 50 qui se produiraient dans une fermentation complète ; le vin obtenu est très sucré.

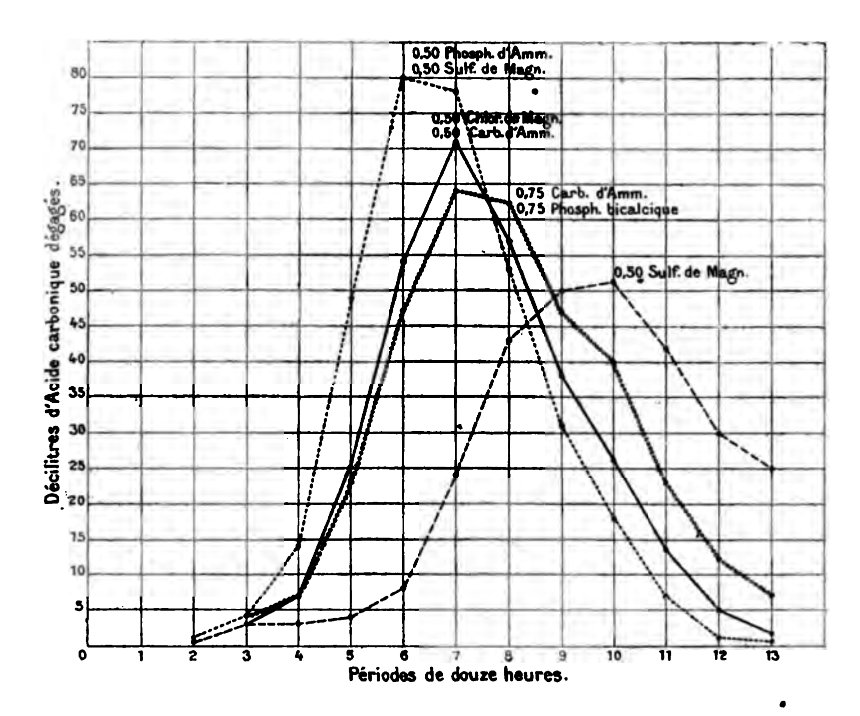
Au même tableau II, on voit de la même manière que le rapport de l'eau au sucre égale 5/1 sensiblement ; après cinq jours la fermentation est arrêtée ; on ne mesure que 21 litres de gaz au lieu de 30 ; le vin est encore très sucré et dose cependant 11° d'alcool.

Enfin dans les expériences du tableau III, le rapport est sensiblement de 7/1 ; le gaz carbonique pour une fermentation complète devrait occuper un volume de 20 litres environ et nous avions après trois jours de fermentation 14$^{l}$,3 dans un cas et 20$^{l}$,8 dans un autre ; dans ce dernier, le vin dose 8° d'alcool, rendement égal à celui indiqué dans ce cas par la théorie.

7° En résumé, quand un moût convenablement aéré, comme le veut Pasteur, aura une proportion d'eau égale au moins à 7 ou 8 fois le poids du sucre ; lorsque de plus il sera maintenu à une température de 25° environ, favorable au développement du ferment, on pourra par l'addition de quelques-unes des substances ci-dessus mentionnées obtenir une fermentation rapide et régulière. On pourra même, on le voit dans nos tableaux, associer ces substances ; non seulement la fermentation marchera plus vite ; mais encore le vin pourra acquérir des propriétés spéciales, soit par l'action directe de ces matières sur le ferment lui-même, soit par les combinaisons diverses auxquelles elles donneront lieu en agis-

sant sur les principes du moût. L'expérience apprendra comment ces substances doivent être choisies et associées.

Le graphique publié à la suite de nos tableaux fait bien ressortir l'avantage de quelques-unes de ces associations. La première colonne du tableau V indique une grande activité due probablement




au phosphate ammoniaco-magnésien qui a dû se produire rapidement dans le moût. Remarquons toutefois que les sulfates rendent en général les vins plats de goût et tendent à accroître la proportion du sulfate de potasse qui existe naturellement dans tous les vins. Les phosphates au contraire tendent à communiquer aux vins un bouquet agréable. Un mélange qui me paraît devoir donner un excellent produit serait l'addition par 1,000 kilos de vendanges : de 500 grammes de sesquicarbonate d'ammoniaque et 500 grammes de phosphate bicalcique.

Le prix de ces substances *pures* est peu élevé ; et le prix de rendement du vin n'augmenterait pas de *un centime* par litre.

Si les sels de chaux du moût étaient abondants et assimilables, comme cela se présente dans le moût du Terret-Bourret expéri-

menté, on pourrait se contenter d'une simple addition de phosphate d'ammoniaque.

Il ne faut pas oublier qu'après toutes ces additions le moût doit toujours rester acide et cette acidité être due elle-même à une certaine proportion d'acide tartrique libre.

---

# J.-E. PLANCHON

## NOTICE NÉCROLOGIQUE

Par M. P.-P DEHÉRAIN[1]

Il y a quelques mois à peine, M. le professeur Planchon, de passage à Paris, venait assister à l'une des séances de l'Académie des sciences ; il paraissait aussi jeune, ardent, brillant causeur que trente ans auparavant, quand nous nous sommes connus chez notre ami commun, mon maître le professeur J. Decaisne. Aussi, l'annonce de sa mort subite arrivée le 1er avril 1888, m'a-t-elle profondément surpris et péniblement affecté.

M. Planchon a été un de nos collaborateurs de la première heure ; il a écrit, pour les *Annales agronomiques*, un excellent article : *La défense contre le phylloxéra*[2], et nous ne voulons pas laisser partir un homme qui a rendu à la viticulture française les services les plus signalés, sans rappeler ses titres à la reconnaissance du pays.

M. Jules-Émile Planchon est né à Ganges (Hérault) le 21 mars 1823. Très ardent au travail, doué d'une rare facilité, il avait, dès l'âge de vingt et un ans, en 1844, soutenu avec succès sa thèse de docteur ès sciences naturelles sur une question de botanique descriptive. Sa réputation de travailleur habile et consciencieux le désigna à M. Hooker qui l'appela à Kew où, pendant plusieurs années, il s'occupa de la détermination des espèces de son grand herbier. — Vivant ainsi au milieu de la plus grande collection de plantes exotiques alors connue, il acquit de bonne heure une connaissance approfondie des flores étrangères, qu'il compléta heureusement à son retour d'Angleterre, par un séjour à Gand, dans le

1. Mon ami M. le Dr Bornet, de l'Institut, a bien voulu me donner quelques notes relatives aux travaux botaniques de M. Planchon et je suis heureux de l'en remercier.
2. *Ann. agron.*, t. I, p. 74, 1875.

célèbre établissement horticole de Van Houtte. Grâce à cette double éducation, il était également prêt à mener à bien l'étude d'une flore exotique d'après des matériaux d'herbier ou à publier un Catalogue de plantes vivantes, comme l'*Hortus Donatensis* ou le *Pescatorea*. Il avait en outre un goût décidé pour les recherches d'érudition scientifique et, lorsque se présentait l'occasion de traiter un sujet où les documents historiques et littéraires s'ajoutaient aux données fournies par les herbiers et la nature vivante, les heureuses qualités dont il était doué s'épanouissaient dans tout leur éclat. Ses études sur les Hormodactes et sur les Fritillaires de France en sont des exemples.

Dans l'une de ses premières publications, en 1844, M. Planchon a étudié et définitivement éclairci une question où la confusion avait régné jusqu'alors. Il a montré que, sous le nom commun d'arille, on confondait des productions d'origine différente et qu'il convenait de les distinguer suivant qu'elles naissent du funicule, au voisinage du hile, ou qu'elles sont une excroissance du micropyle. Malgré cet heureux début, M. Planchon n'a pas continué à poursuivre ses recherches dans le domaine de l'organogénie. Il s'est appliqué de préférence à déterminer les affinités des genres et des familles dont la place était douteuse, à préparer des monographies. De 1845 à 1855, pendant cette période extraordinairement brillante des *Annales des sciences naturelles*, il n'a pas fourni moins de quinze notes ou mémoires dont plusieurs, tels que ses études sur les Droséracées, sur les Ulmacées, sur les Nymphiacées, sont d'une importance considérable.

Après ses séjours en Angleterre et en Belgique M. Planchon était revenu à Montpellier, il y termina ses études en médecine et ne tarda pas à entrer dans l'enseignement. De 1851 à 1853, il professa à l'Ecole de médecine et de pharmacie de Nancy, puis revint à Montpellier où il fut nommé professeur de botanique à la Faculté des sciences et à l'Ecole de pharmacie.

Bien souvent attiré au Muséum par les richesses de notre herbier, il faisait des séjours assez prolongés à Paris, et fréquentait chez notre ami commun, M. Decaisne. Il y retrouvait quelques causeurs d'élite, M. Roulin, bibliothécaire de l'Institut; M. Le Maout qui, avec M. Decaisne, a écrit un traité de botanique resté classique; mon collègue à l'Institut, M. Naudin, alors aide naturaliste de M. Decaisne, était un des plus assidus.

M. Naudin a été un des précurseurs de Darwin, il cherchait l'origine des espèces, et ces idées admises aujourd'hui par un grand nombre de naturalistes, paraissaient singulièrement chimériques il y a trente ans; les hardiesses prononcées d'une voix claire et tranquille par M. Naudin, faisaient bondir M. Planchon, qui brûlait de les combattre : là était la difficulté. M. Naudin, atteint d'une profonde surdité, n'entendait qu'à l'aide d'un cornet, qui bien rarement était porté à son oreille, et tandis que M. Planchon, cramponné à la main de son ami, résolument immobile, s'efforçait en vain de faire placer le cornet, M. Naudin continuait tranquillement son exposition.

Quand, à bout de souffle, il se décidait à placer le cornet et se penchait pour que M. Planchon, malgré sa petite taille pût y atteindre, celui-ci commençait à réfuter les arguments de son adversaire, sa joie cependant n'avait qu'une courte durée; un mot suffisait pour éveiller des idées nouvelles, le cornet était impitoyablement retiré et, malgré son impatience, M. Planchon était obligé de subir un flot nouveau d'arguments victorieux.

Les auditeurs profitaient de ces luttes aussi courtoises qu'animées, dans lesquelles étaient abordées les plus hautes questions de l'histoire naturelle. Hélas! tout cela est bien loin; M. Naudin séjourne à Antibes à la villa Thuret et ne vient que rarement à Paris, et les autres, disparus peu à peu, s'enfoncent dans l'oubli.

Ce n'est pas ici le lieu de passer en revue l'œuvre entière de M. Planchon; il suffira d'indiquer quelques-uns de ses principaux travaux, ses *Preludes d'une Flore de la Colombie*, son *Mémoire sur les Guttifères* publié en commun avec M. Triana, qui fut ensuite son collaborateur pour la *Flore de la Nouvelle-Grenade*, ses *monographies des Ulmacées et des Ampélidées* qui ont paru dans le *Prodrome de Candolle* ou dans ses suites. Ce dernier travail, qui comprend 343 pages, a été terminé vers le milieu de l'année dernière. Nul n'était mieux préparé que M. Planchon pour traiter de cette difficile famille où les caractères regardés généralement comme prééminents présentent tant de variations, que le *Genera* de Bentham et de Hooker ne distingue que deux genres dans les Ampélidées proprement dites. Par un emploi moins exclusif de certains caractères, par un usage plus judicieux des autres, M. Planchon est parvenu à limiter et définir douze groupes naturels, en se basant exclusivement sur la considération de la morphologie

externe. Il tient à le faire remarquer et ajoute que, fidèle conservateur des idées transmises par les maîtres de la botanique pendant la première moitié de notre siècle, il n'admet pas que l'anatomie interne des organes puisse utilement venir en aide à la classification. « Les tentatives faites dans ce sens sont mauvaises et rétrogrades. » — Le jugement n'est peut-être pas sans appel.

La flore de France, la géographie botanique, n'ont pas été exclues de ses préoccupations. Ses observations sur les *Ulex*, sur les limites naturelles des flores, — sur les Fritillaires de France, sur la végétation de Montpellier et des Cévennes dans ses rapports avec la nature du sol, en font foi.

Ajoutons qu'il a publié dans la *Revue des Deux Mondes* des articles de vulgarisation sur le morcellement de l'espèce en botanique, sur les *Eucalyptus*, sur la culture et la récolte des truffes, articles où il a fait preuve d'une science étendue et d'un remarquable talent d'écrivain.

Sans étendre davantage ce rapide aperçu de l'œuvre purement botanique de M. Planchon il convient dans ce recueil de s'attacher spécialement à ceux de ses travaux qui touchent à la viticulture.

Ce sont ces études au reste qui ont mis le sceau à sa réputation, ont dévoilé sa sagacité, sa persévérance et la justesse de ses vues ; dans la lutte entreprise contre le fléau qui ravage le vignoble français, M. Planchon a eu la singulière fortune de montrer successivement la cause du mal et la marche à suivre pour en triompher.

La vigne avait toujours été pour lui un sujet de prédilection ; dès 1867, en commun avec M. Marès[1], il étudiait sa floraison, sa fructification et signalait les résultats obtenus par MM. Bouschet dans la production des hybrides.

Mais bientôt il allait être entraîné dans une autre voie. Nous empruntons à M. Planchon lui-même le récit animé de sa mémorable découverte :

« A Pugault, dans le Gard, on avait vu, dès 1863, des vignes dépérir ; en 1867, le mal avait pris de telles proportions que dans le Comtat, dans la Crau (Bouches-du-Rhône), sur les Alpines, aux environs de Tarascon, l'effroi des vignerons devint général. C'est alors qu'un vétérinaire d'Arles, M. Delorme, en fit connaître les caractères extérieurs sans en pressentir la vraie cause.

1. *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 254.

« ... Cependant le mal augmentant toujours, la Société d'agriculture de Vaucluse et M. Gautier, maire de Saint-Rémy, appelèrent en consultation une commission de la Société centrale d'agriculture de l'Hérault. Réunis au mois de juillet 1868, les délégués étudièrent avec attention les vignes atteintes. S'adressant naturellement aux plus malades, ils n'y trouvaient que des racines pourries, sans traces de champignons et d'insectes; circonstance aujourd'hui bien expliquée, mais qui dérouta quelque temps l'investigation. Pourtant les allures de la maladie, cette expansion graduelle autour d'un premier centre et le long des lignes de ceps, tout indiquait une cause vivante. « Cela marche comme une armée », nous disait, dans son langage pittoresque, le régisseur d'un domaine. Ces mots nous engagent à de nouvelles recherches. Un coup de pioche heureux met à nu quelques racines sur lesquelles je vois à l'œil des taches et des traînées de points jaunâtres. La simple loupe décompose ces traînées en une poussière d'insectes que leur parenté avec les pucerons et les cochenilles rend suspects à titre de suceurs. Deux jours de recherches nous les font voir en cent endroits, partout où la vigne souffre. Dès ce moment, un fait capital est établi : c'est qu'un insecte presque invisible, se déroulant sous terre, s'y multipliant par myriade d'individus, amenait l'épuisement des ceps les plus vigoureux. Mais cet insecte d'où venait-il? Etait-il décrit?...

« N'ayant vu d'abord que des insectes souterrains, dépourvus d'ailes, provisoirement désignés par moi sous le nom de *rhisaphis* ou puceron des racines, je cherchai obstinément la forme ailée que je supposais devoir exister. Cette forme existait en effet, et l'ayant découverte à l'état de nymphe avec ses ailes encore enfermées dans leurs fourreaux, je la vis éclore le 28 août 1868 comme un élégant petit moucheron, ou plutôt comme une cigale en miniature, portant étalées à plat ses quatre ailes transparentes. Dès lors mon rhisaphis devenait un *phylloxéra*, car, sauf les diversités de détail, il était difficile de le distinguer du *phylloxéra quercus*, insecte qui vit sous les feuilles du chêne blanc et dont la présence se trahit par le jaunissement du point piqué. Voilà donc l'insecte de la vigne rapporté à son vrai genre; restait à le reconnaître pour identique à un insecte américain.

« Le premier pas dans ce sens fut le résultat d'un heureux hasard. Le 11 juillet 1869, voyageant avec une commission de la So-

ciété des agriculteurs de France pour l'étude de la maladie nouvelle, je découvris à Sorgues (Vaucluse), sur deux ceps d'une variété de vigne appelée *tinto*, de nombreuses galles pareilles à celles du *pemphigus* américain. Quelques jours après, M. Laliman retrouvait ces mêmes galles à Bordeaux, mais cette fois sur des cépages d'Amérique dont plusieurs portaient sur leurs racines des phylloxéras. Soupçonnant que ces deux insectes, si différents en apparence, étaient des formes du même animal modifiées par le milieu, l'une à vie souterraine (type radicole), l'autre à vie aérienne (type gallicole), M. Lichtenstein et moi eûmes l'idée que le *pemphigus vitifolia* de Ficht n'était rien autre que notre *philloxéra vastatrix*. Cette hypothèse devint certitude lorsque, d'une part, nous eûmes établi par expérience la transformation du phylloxéra des galles en phylloxéra des racines et surtout lorsque M. Riley, venant exprès d'Amérique en Europe, put affirmer l'identité des insectes des deux pays[1]. »

Le terrible puceron étant reconnu, il fallait le combattre. En effet en 1873 il était signalé dans les départements du Gard, de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, de l'Ardèche, de l'Hérault et du Var, et d'autre part dans la Gironde, où les vignes américaines, introduites dans le jardin de M. Laliman, avaient été l'origine du mal[2].

Le phylloxéra était encore signalé à cette époque en Portugal dans la région du Douro, enfin en Autriche.

M. Planchon observait avec soin la propagation de l'insecte en 1873, il présentait à l'Académie, en commun avec M. Lichtenstein, un mémoire très intéressant sur la marche du phylloxéra, constatant, après M. Faucon, que l'insecte pouvait cheminer à la surface du sol, mais aussi dans les profondeurs[3].

De tous les travaux de M. Planchon, le plus important fut celui qu'il présenta à l'Académie en 1874 : on savait déjà, par les observations de M. Laliman à Bordeaux, de M. Riley en Amérique, que quelques cépages américains avaient survécu au milieu des vignes françaises détruites par le phylloxéra, quand M. Planchon fut averti qu'à Roquemaure, dans le Gard, des pieds américains introduits

1. J. Planchon. Le *Phylloxéra en Europe et en Amérique*, *Revue des Deux-Mondes*, 1er février 1874. Cité par Foex. *Cours complet de viticulture*, 1886.

2. *Comptes rendus*, t. XLXXV, p. 1007.

3. *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 461.

douze ans auparavant, ayant vécu dans un pays tellement ravagé que toutes les vignes françaises avaient péri, se montraient luxuriants et pleins de vigueur[1].

La découverte des vignes résistantes de Roquemaure venait justifier l'opinion émise par les viticulteurs de l'Hérault sur les services que pourraient rendre les vignes américaines, et M. Planchon qui, sur l'invitation de ses collègues, n'avait pas hésité à traverser l'Atlantique pour aller aux États-Unis étudier sur place les vignes susceptibles de résister aux atteintes du phylloxéra, était plus autorisé qu'aucun autre pour insister sur l'intérêt que présentait l'observation qui venait d'être faite.

Cette communication de M. Planchon à l'Académie venait apporter une sanction précieuse à la conviction qui s'était formée dans son esprit, que le salut était, non pas dans l'emploi des insecticides, mais dans la plantation des vignes résistantes empruntées à l'Amérique; c'était cette conviction qui l'avait encouragé à entreprendre sa pénible exploration aux États-Unis, et les compatriotes de l'éminent botaniste, les témoins de ses efforts, les confidents de l'espoir qui l'a toujours soutenu rendent aujourd'hui pleine justice à sa sagacité.

« Ce n'est pas ici le moment, a dit M. Frédéric Cazalis dans le discours qu'il prononça aux obsèques de M. Planchon, de faire ressortir toute l'importance de cette mission, mais nous pouvons dire, sans diminuer en rien le mérite de tous ceux qui ont travaillé à la reconstitution de nos vignobles, que la foi ardente de Planchon dans le succès, par l'emploi des vignes américaines, a stimulé l'ardeur de tous, et que si aujourd'hui nos plaines et nos coteaux se recouvrent de pampres verdoyants, promettant d'abondantes récoltes, c'est à ses savantes recherches, à ses conseils qu'il prodiguait à tous, et j'ajouterai aussi à ses exemples, que sont dus en grande partie des résultats si importants...

« Ce ne sera pas là une des moindres gloires de notre savant collègue, et nos populations reconnaissantes inscriront son nom sur la liste des bienfaiteurs de l'humanité. »

Si on songe, en effet, à ce qu'est la vigne pour nos populations méridionales; si on pense que cet arbrisseau admirable végète dans les sols les plus ingrats, qu'il sait enfoncer ses puissantes racines

1. *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p 1093.

jusque dans les couches profondes où il trouve la provision d'eau qui fait défaut à la superficie et rend si précaires toutes les cultures herbacées non irriguées, on ne peut nier que le service rendu ait été immense.

Il fallut, pour avoir gain de cause, montrer une persévérance à toute épreuve; en effet, les insecticides étaient soutenus à Paris par une influence puissante; on récompensait surtout les viticulteurs qui employaient les sulfocarbonates ou même le sulfure de carbone, et on n'avait pas assez de sarcasmes pour les *marchands de bois*, pour les viticulteurs habiles et avisés, qui, croyant aux succès des vignes américaines, étaient en mesure de satisfaire aux demandes de tous ceux qui, vaincus par l'évidence, voulaient replanter leur vignoble détruit, en vignes résistantes...

Aujourd'hui la cause est gagnée, et si on voit dans la région méridionale, dans le Tarn, la Haute-Garonne, etc., des vignes languissantes non encore replantées, la prospérité retrouvée de l'Hérault servira d'exemple; et dans un avenir qui sans doute n'est pas éloigné, la France pourra se passer d'importer des vins communs d'Italie ou d'Espagne.

Le séjour qu'avait fait M. Planchon aux États-Unis, en 1873, lui avait permis d'observer un autre parasite qui devait bientôt faire son apparition chez nous et causer à son tour de terribles ravages. Dès 1879, il entretenait l'académie du *Mildiou* et ajoutait[1] :

« Pour moi, partisan déclaré des cépages américains dans les pays absolument phylloxérés, je ne me faisais aucune illusion sur la possibilité d'introduction du Mildiou; mais je pensais et je pense encore que cet ennemi serait peu de choses auprès des avantages immenses que le Midi et l'Ouest avaient à attendre d'un moyen de reconstitution de leur richesse agricole par la greffe de nos cépages sur racines résistantes. »

La suite a justifié ces prévisions de M. Planchon. Ajoutons cependant que si on n'avait pas trouvé dans l'emploi des sels de cuivre un remède absolument efficace, le *Peronospora viticola* aurait pu compromettre tous les efforts tentés pour rendre à la France sa culture de prédilection.

Pendant ces dernières années, M. Planchon avait pris la direction du jardin des plantes de Montpellier. Estimé de tous, depuis

1. *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 901.

longtemps déjà membre correspondant de l'Académie des sciences, il semblait devoir jouir encore pendant de longues années de la haute réputation qu'il avait acquise et des joies de la famille, quand la mort est venue le frapper de la façon la plus soudaine.

Le jour de ses obsèques, Montpellier était en deuil; son convoi a lentement parcouru la ville, et successivement M. Castan, doyen de la faculté de médecine; M. Soubeiran, au nom de l'école de pharmacie; M. de Rouville, doyen de la faculté des sciences; M. Cazalis, président de la Société d'agriculture, et M. Sahut, vice-président de la Société d'horticulture, ont pris la parole pour rappeler les grands mérites de M. Planchon.

Ces mérites sont nombreux, mais la postérité ne se souviendra ni des travaux de botanique descriptive de M. Planchon, ni de son talent d'écrivain, ni des qualités du professeur; elle résumera son jugement en un mot : M. Planchon, après avoir démontré que le phylloxéra était la cause de la mort de la vigne, a contribué pour une large part à la reconstitution des vignobles, en préconisant les plants américains. Il a ainsi préservé d'une ruine complète toute notre région méridionale. Telle est son œuvre; elle est assez belle pour lui assurer la reconnaissance de tous.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**La composition morphologique et chimique du protoplasma**, par M. Frank Schwartz[1]. — L'auteur a entrepris d'étudier la propriété chimique des subtances qu'on est parvenu à distinguer morphologiquement dans le corps protoplasmique de la cellule et de découvrir les réactions microchimiques qui puissent servir à les caractériser.

1. *Suc cellulaire et protoplasma.* Le suc cellulaire est très souvent acide quelquefois alcalin. La distinction est facile lorsque ce suc renferme naturellement une matière colorante dont la nuance change suivant la réaction acide ou alcaline. Le suc tout entier exprimé mécaniquement de la cellule ne permet pas toujours de déterminer avec certitude la réaction du suc cellulaire, parce que les matières provenant du protoplasma peuvent la modifier. Quand il n'existe pas de matière colorante pouvant servir d'indicateur, l'auteur a recours à l'artifice suivant : les corps sont placés dans une solution colorée extraite du chou rouge, traversée ensuite par un courant électrique. De cette

1. *Cohn's Beitr. zur Biologie der Pflanzen.*, V. 244, pages., 8 planches, Breslau., *Bot. Centralbl* XXXI, p. 382.

manière la matière colorante du chou rouge pénètre dans le protoplasma. Jamais le protoplasma n'a été trouvé acide; il est au contraire le plus souvent nettement alcalin. Les chromatophores, les microsomes, et dans quelques cas les grains protéiques, présentent la même réaction. Comme l'ammoniaque, et d'une manière plus générale les alcalis libres n'existent pas dans le protoplasma; il est probable que la réaction alcaline est due à des sels alcalins, probablement aux phosphates, qui, dans la cellule vivante, sont liés aux matières protéiques.

2. *Chloroplastides.* Le substratum plasmatique des grains de chlorophylle consiste en deux substances : la *chloroplastine* et la *métaxine;* la première formant des fibrilles sinueuses, tantôt uniformément teintes en vert, tantôt chargées de petites sphères (grana) plus fortement colorées. Entre ses fibrilles se trouve la métaxine incolore, qui est à peine visible dans les chloroplastides intacts. La différence entre ces deux matières apparaît très nettement quand on fait agir l'eau sur les grains de chlorophylle : en effet, la première, quoique un peu gonflable, ne s'y dissout jamais, tandis que la métaxine se gonfle de suite beaucoup et finit par se dissoudre. C'est à la métaxine qu'il faut attribuer la formation des vacuoles dans les grains de chlorophylle altérés.

La structure fine des chloroplastides apparaît plus nettement encore dans une solution étendue de chlorure de sodium, qui conserve également les grana. L'acide acétique étendu et la solution de ferrocyanure de potassium acidulée font ressortir la structure fibrillaire sans les grana : ceux-ci sont particulièrement visibles dans l'eau sucrée ou dans l'albumine de l'œuf. Il n'existe pas de membrane chimiquement différenciée autour des chloroplastides.

3. *Noyau.* Le noyau pris à l'état de repos, renferme cinq corps différents dont deux, la chromatine et la linine appartiennent à la charpente, la première formant les microsomes, la seconde le mucléo-hyaloplasma de M. Strasburger. Le nucléole consiste en pyrénine qui est bien distincte de la chromatine. La matière qui constitue la membrane du noyau et qui se rapproche par la plupart de ses réactions de la pyrénine, reçoit le nom d'antipyrénine. Le suc du noyau enfin ou mucléochyme de M. Strasburger, n'est pas éloigné de la linine. L'auteur l'appelle paralinine.

4. Le *cytoplasma* ou plasma général de la cellule ne présenterait que très rarement une structure réticulée ou fibrillaire. Il est essentiellement formé par la cytoplastine, seule matière protéique constante du protoplasma et qui fournirait également les matériaux à la membrane externe et interne du corps protoplasmique. Viennent ensuite les corps dissous dans le suc cellulaire et enfin la substance ou les substances des microsomes suspendus dans la cytoplastine.

Voici maintenant les réactions les plus importantes des matières dont nous n'avons cité que les noms :

Les plastines (chloroplastine et cytoplastine) se distinguent des substances du noyau en ce qu'elles sont insolubles dans la potasse concentrée et dans le chlorure de sodium à 10 p. 100, tandis que le noyau s'y dissout entièrement. Les plastines résistent à l'action digestive des solutions de trypsine et de pepsine, tandis que les matières du noyau sont digérées (la pyrénine difficilement).

On peut distinguer la chloroplastine de la cytoplastine par l'acide chlorhydrique étendu à 1 p. 100. La première se gonfle fortement, la seconde se précipite dans le phosphate de soude ($Na^2 H PO^4$) à 5 p. 100, la chloroplastine se

montre insoluble ou peu gonflable, tandis que la cytoplastine s'y gonfle fortement ou se dissout.

Parmi les substances du noyau, la chromatine et la pyrénine se distinguent par le fait connu qu'elles fixent énergiquement les matières colorantes. La pyrénine seule est insoluble dans le chlorure de sodium à 20 p. 100, le sulfate de magnésie en solution saturée, le phosphate acide de potasse à 1, 5 p. 100, la ferrocyanure de potassium acidulée avec l'acide acétique et le sulfate de cuivre. La chromatine se dissout dans ces réactifs. Inversement la chromatine est insoluble et la pyrénine soluble ou fortement gonflable dans l'acide acétique à 3 p. 100 et dans l'acide chlorhydrique à 1 p. 100.

L'amphipyrénine présente les mêmes réactions que la pyrénine, sauf qu'elle ne fixe pas comme elle les matières colorantes, qu'elle se dissout moins facilement dans le chlorure de sodium à 10 p. 100 et plus facilement dans la potasse à 0,1 p. 100.

La linine et la paralinine se gonflent fortement dans le chlorure de sodium à 20 p. 100, dans l'eau de chaux, le bichromate de potasse concentré, le plus souvent même dans l'eau et dans le phosphate de soude à 1 p. 100, milieux dans lesquels l'amphipyrénine est insoluble. Les deux corps peuvent se distinguer l'un de l'autre par la solution de sulfate de magnésie qui fait gonfler la paralinine sans altérer la linine, et par la pepsine qui digère la paralinine et laisse intacte la linine.

La métaxine, contrairement aux plastines, est digérée par la pepsine et la trypsine et se distingue des substances du noyau par sa gonflabilité ou sa solubilité dans l'acide chlorydrique à 0,1 p. 100.

Si on compare à ses diverses réactions celles qui sont fournies par les matières protéiques isolées chimiquement, il faut malheureusement reconnaître qu'il n'est pas encore possible d'identifier à ces matières les substances optiquement reconnaissables dans la cellule.

## Chimie agricole.

**De l'absorption de l'azote par les plantes**, par M. WILFARTH[1]. — M. Hellriegel a rendu compte l'année dernière des résultats d'un travail qu'il avait exécuté avec la collaboration de l'auteur[2] et d'où on a tiré les conclusions suivantes: Les Graminées, Chénopodiacées, Crucifères et Polygonées n'absorbent que l'azote du sol, tandis que les Papilionacées absorbent l'azote atmosphérique et végètent d'une manière normale dans un sol complètement privé d'azote auquel on a ajouté une particule minime d'un sol cultivé.

Les expériences répétées cette année ont entièrement confirmé ces conclusions.

On a cultivé l'avoine, le sarrazin, le colza, le pois, le sainfoin et le lupin. Le sol était un sable pur, exempt d'azote. Les substances minérales nécessaires ayant été ajoutées à ce sol stérile, les plantes végètent jusqu'à ce que l'azote des graines soit consommé. Si on délaye maintenant un peu de terre de jardin

1. *Bericht üb. d. 29e Sect. der 60. Versmml. deutsch. Naturforscher u. Arzte z. Wiesbaden*, 1882.

2. Voy *Ann. agron.*, t. XIII, p. 330

avec l'eau qu'on laisse reposer, on obtient un liquide trouble qu'on ajoute au sol stérile. Chaque pot renferme 4 kilos de sable et reçoit ainsi une quantité de liquide qui correspond à 5 centimètres de terre et contient 0mgr,3 à 0mgr,7 d'azote. Dès lors les plantes se comportent très différemment. L'avoine, le colza et le sarrazin persistent dans leur état d'épuisement, mais les Papilionacées prennent rapidement une coloration vert foncé et continuent à croître vigoureusement jusqu'à la maturité.

Le liquide trouble stérilisé par la chaleur reste sans effet.

Le choix de la terre qu'on délaye dans l'eau n'est pas toujours indifférent. Le pois se contente d'une terre quelconque, mais le lupin et le sainfoin ne poussent que lorsque la terre a été prise dans un endroit où ces plantes avaient été cultivées.

Les expériences ont été tellement nombreuses (178 pots) que toute erreur provenant par exemple d'impuretés apportées avec la poussière est exclue. Il est donc bien démontré que les Papilionacées peuvent emprunter leur azote à l'atmosphère.

Il restait encore à voir si l'azote combiné de l'athmosphère n'est pour rien dans ce phénomène. Pour cela l'auteur a répété l'expérience de Boussingault. On a mis dans un ballon de verre, 4 kilos de sable calciné, tous les sels minéraux nécessaires, sauf les sels azotés, puis un peu d'eau de lavage d'une terre fertile; on y a semé un grain d'avoine, un grain de sarrazin et un pois, puis on a fermé hermétiquement le ballon. De temps en temps on y faisait pénétrer la quantité nécessaire d'acide carbonique. Le résultat a été le même que pour les cultures à l'air libre, l'avoine et le sarrazin n'ont pu que dépenser l'azote de la graine, tandis que le pois a fourni 6gr,55 de matière sèche contenant 0gr,137 d'azote.

Il n'est pas encore permis de dire en toute assurance de quelle manière cette petite quantité d'eau de lavage donne aux Papilionacées la faculté d'absorber l'azote atmosphérique, ni d'affirmer que cette faculté est en relation avec les tubercules des racines [1]. Mais ce qui est certain, c'est que l'eau de lavage fait naître les tubercules sur les racines du pois et qu'elle ne les fait pas naître lorsqu'elle est préalablement stérilisée.

La culture du lupin montre mieux que les autres combien l'absorption d'azote atmosphérique est importante :

On a récolté en effet dans le sable absolument privé d'azote :

*Additionné d'eau de lavage.*

| | Matière sèche. Gr. | | Azote. |
|---|---|---|---|
| 1 | 44.73 | contenant | 1.099 |
| 2 | 45.62 | — | 1.156 |
| 3 | 44.48 | — | 1.194 |
| 4 | 42.45 | — | 1.337 |

1. Il est facile avec un peu d'attention de découvrir sur les racines du trèfle, les tubercules signalés par M. Hellriegel, ils ont souvent la grosseur d'une tête d'épingle; quand on les coupe dans l'eau et qu'on les écrase dans une goutte d'eau, on voit facilement au microscope un grand nombre de bactéries animées. (*Red.*)

*Sans eau de lavage.*

| | Matière sèche. Gr. | | Azote. |
|---|---|---|---|
| 5 | 0.918 | contenant | 0.0146 |
| 6 | 0.800 | — | 0.0136 |
| 7 | 0.921 | — | 0.0132 |
| 8 | 1.021 | — | 0.0133 |

**Observations sur l'influence de la stérilisation du sol sur les plantes,** par M. TSCHIRCH[1]. — Le hêtre a les racines toujours enveloppées d'un manteau formé par les hyphes d'un champignon (mycorhizes). Or si on cultive cet arbre comparativement dans la terre de forêt ordinaire et dans la même terre stérilisée, on voit que la stérilisation a une influence déplorable. Sur quinze pieds cultivés de cette façon, dix étaient morts au moment où l'auteur a présenté les résultats de ses recherches, tandis que les quinze pieds témoins élevés dans la terre non stérilisée étaient tous vivants; leurs racines étaient enlacées par le champignon. Il faut en conclure que la présence du champignon est réellement utile et que cet organisme joue un rôle important dans la nutrition des arbres.

Au contraire les plantes dont les racines ne vivent pas en symbiose avec un champignon, et toutes nos plantes agricoles sont dans ce cas, végètent mieux dans un sol stérilisé que dans celui qui renferme des micro-organismes vivants (lupin, avoine). La présence des micro-organismes dans le sol n'est donc pas nécessaire au développement des végétaux supérieurs; mais cette conclusion très naturelle n'explique pas pourquoi le sol non stérilisé est moins favorable que l'autre. Il faut croire que la stérilisation par la vapeur ne se borne pas à tuer les microbes, mais qu'elle provoque encore dans le sol des modifications chimiques, par exemple des désagrégations de matières utiles aux plantes.

Il suffit en effet d'épuiser le sol naturel et le sol stérilisé par l'eau pour voir que ce dernier abandonne beaucoup plus de matières que le premier.

Les recherches de l'auteur sont en outre de nature à nous fournir quelques renseignements sur les relations entre les célèbres tubercules des racines des Légumineuses et la nutrition de la plante. Elles ne sont pas entièrement d'accord sous ce rapport avec les idées que M. Hellriegel a émises l'année dernière.

Nous venons de rappeler que cet observateur, s'occupant de l'assimilation de l'azote par les Légumineuses, attribue aux tubercules des racines de ces plantes un rôle important dans la fixation de l'azote atmosphérique. Il ne cite cependant qu'un seul fait à l'appui de son hypothèse : les tubercules ne se développent sur les racines des Légumineuses cultivées dans un sol stérilisé que lorsqu'on a ajouté à ce sol un extrait aqueux d'une terre fertile, fait à froid.

D'après M. Tschirch au contraire, ainsi que nous venons de le voir, les lupins viennent mieux dans le sol stérilisé et sans former de ces tubercules que dans le sol ordinaire. Ils y produisent même une plus grande quantité de graines.

Sans vouloir avancer que les tubercules sont sans aucune importance biolo-

1. *Bericht üb. d. 29e Section der 60. Versamml. deutscher Naturforscher u. Aerzte, zu Wiesbaden*, 1887.

gique, l'auteur croit devoir admettre que leur présence n'est pas indispensable.

Si nous comparons sans parti pris les recherches de M. Tschirch et celles de M. Hellriegel et de M. Wilfarth dont nous avons rendu compte dans l'article précédent, nous sommes de suite frappé d'une différence considérable dans les données du problème. M. Wilfarth, ainsi qu'on peut le voir en lisant le résumé de ses travaux, cultive les Légumineuses dans un sol *privé d'azote*, tandis que M. Tschirch ne s'est pas préoccupé de cette condition. De ce que le lupin vient mieux dans un sol fertile (contenant de l'azote combiné) stérilisé à la vapeur, que dans le même sol à l'état ordinaire, on ne peut pas conclure que les tubercules ne jouent pas un rôle important dans l'assimilation de l'azote atmosphérique qui n'a pas eu lieu d'intervenir.

Quoi qu'il en soit il faut avouer, et c'est là du reste la conclusion de la discussion qui a eu lieu à la suite de l'intéressante communication de M. Tschirch, que la signification biologique des tubercules des Légumineuses est loin d'être clairement établie.

VESQUE.

**De l'effet des engrais azotés sur le tabac**, par M. C. O. HARZ[1]. — En 1885 l'auteur a cultivé le *Nicotiana Tabacum*, var. *latissinia*, sur six parcelles ayant reçu différents engrais azotés et exposées les unes au plein soleil les autres dans un endroit plus ombragé.

Chaque parcelle était occupée par 15 pieds dont 3 couvraient un mètre carré. On a laissé les capsules jusqu'à complète maturité des graines. Toutes les parcelles ont reçu uniformément 7g,5 de chlorure de potassium (à 90 p. 100) et 15 grammes de biphosphate de chaux par mètre carré, une partie en outre 5g,5 de sulfate d'ammoniaque, une autre 8 grammes de nitrate de soude. Le sol était calcaire et riche en humus. La nicotine a été dosée d'après la méthode de Kissling (Fresenius, *Zeitschr. f. analytische Chemie. XXI*, XXI, 75, XXII, 211). Voici les résultats :

| NUMÉRO. | EXPOSITION. | NATURE de l'engrais azoté. | RÉCOLTE DES QUINZE PLANTES. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Poids des tiges fraiches. | Poids des feuilles fraiches. | Nicotine p. 100 de matière sèche. | Nombre des capsules. |
| | | | Gr. | Gr. | | |
| 1... | Soleil....... | Sulfate d'ammoniaque. | 8571 | 3535 | 1.53 | 485 |
| 2... | Ombre...... | Sulfate d'ammoniaque. | 4137 | 1628 | 1.28 | 178 |
| 3... | Soleil....... | Nitrate de soude..... | 1835 | 2968 | 1.05 | 417 |
| 4... | Ombre...... | Nitrate de soude...... | 1092 | 1510 | 1.10 | 407 |
| 5... | Soleil....... | Sans azote........... | 2539 | 1321 | 1.30 | 246 |
| 6... | Ombre...... | Sans azote........... | 3192 | 973 | 0.95 | 228 |

1. *Botanisch. Verein in München*, séance du 28 février 1887, *Bot. Centralbl.*, XXXIII, p. 218.

La moyenne de la richesse en nicotine est donc de 1,20 p. 100.

On peut déduire de ces chiffres les conclusions suivantes :

1° L'exposition au soleil est beaucoup plus favorable à la formation des feuilles que la station à l'ombre.

2° Le sulfate d'ammoniaque est un meilleur engrais pour le tabac que le salpêtre du Chili. Au soleil les récoltes sont entre elles comme 100 : 83, à l'ombre comme 100 : 92.

3° L'engrais ammoniacal donne un peu plus de nicotine que le nitrate.

4° Ce tabac fructifie plus abondamment avec le sulfate d'ammoniaque qu'avec le salpêtre.

Les mêmes expériences ont été répétées en 1886, mais cette fois on a supprimé les boutons des fleurs, comme on le fait dans la grande culture, ce qui a considérablement favorisé le développement des feuilles. La même distribution des engrais a été également adoptée, mais deux parcelles ont reçu à la fois 4 grammes de salpêtre du Chili et 3 grammes de sulfate d'ammoniaque par mètre carré.

| NUMÉROS. | EXPOSITION. | NATURE de l'engrais azoté. | POIDS des feuilles fraiches. | NICOTINE p. 100 de matière sèche. | CENDRES p. 100 de matière sèche. | AZOTE dans la matière sèche des feuilles. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gr. | | | |
| 1... | Soleil....... | Sulfate d'ammoniaque. | 6221 | 1.38 | 13.45 | 4.79 |
| 2... | Ombre...... | Sulfate d'ammoniaque. | 3010 | 1.56 | 14.25 | 4.90 |
| 3... | Soleil....... | Nitrate de soude..... | 4021 | 1.17 | 15 19 | 4.35 |
| 4... | Ombre...... | Nitrate de soude...... | 2175 | 1.03 | 14.08 | 4.20 |
| 5... | Soleil....... | Sulfate d'ammoniaque. | 4351 | 1.18 | 16.92 | 4.28 |
| 6... | Ombre...... | Nitrate de soude...... | 3175 | 1.34 | 14.05 | 4.59 |

Comme les fruits et les grains absorbent, et souvent en grande quantité, l'alcaloïde, nous ne pouvons être surpris de la richesse en nicotine un peu plus grande qu'en 1885.

Elle a été en moyenne de 1,27 p. 100, au lieu de 1,20.

Cette fois encore le sulfate d'ammoniaque a donné la plus grande masse de feuilles; le mélange du sel ammoniacal avec le nitrate a été plus favorable que le nitrate seul, mais moins que le sulfate d'ammoniaque. En outre, comme on devait s'y attendre, il s'est formé plus de nicotine avec le sulfate d'ammoniaque qu'avec le nitrate de soude. L'engrais étant le même, l'exposition au soleil a été plus favorable que celle à l'ombre. La quantité de feuilles obtenue avec l'engrais ammoniacal étant posée égale à 100, les autres engrais ont fourni les récoltes suivantes : 1° au soleil, nitrate 63, nitrate et sulfate

d'ammoniaque 69; 2° à l'ombre, nitrate 72, nitrate et sulfate d'ammoniaque 105.

Il résulte de ces essais de culture que les nitrates sont beaucoup moins favorables que les sels d'ammoniaque à la récolte du tabac et qu'on doit toujours préférer les expositions ensoleillées aux expositions ombragées.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher de ces observations celles de M. Diebrich[1] sur la richesse du pavôt en morphine. L'engrais ammoniacal a une richesse de 6-6,5 p. 100, tandis qu'avec les nitrates on n'a pas dépassé 2 p. 100.

**Recherches chimiques et bactériologiques sur la panification**, par M. C. Dunnenberger[2]. — On sait combien il règne encore d'incertitude au sujet des agents chimiques ou biologiques qui font lever la pâte à pain, avant et pendant la cuisson. Nous ne voulons pas citer ici toutes les opinions qu'on a émises, mais il en est deux qui, paraissant mieux fondées que les autres, se trouvent aujourd'hui en présence et qui sont : la fermentation alcoolique, la fermentation alcoolique plus d'autres fermentations causées par des bactéries.

Les longues et patientes recherches auxquelles l'auteur de ce travail s'est livré n'ont pas conduit à des résultats intéressant la pratique. C'était à prévoir. La fabrication du pain semble être parvenue au maximum de perfection. Mais c'est déjà beaucoup si le savant parvient à voir clair dans les phénomèmes biologiques et chimiques que l'artisan, après une si longue expérience accumulée par d'innombrables générations, sait si bien provoquer et diriger.

Sans vouloir affirmer que les bactéries contenues dans la farine et dans le levain ne sont que des impuretés inutiles, l'auteur conclut de ses recherches que la présence de ces organismes est loin d'être nécessaire. Plusieurs expériences ont démontré que les bactéries ne peuvent pas fournir la fermentation alcoolique normale du pain. Bien mieux, on peut prouver que seule, la levure contenue dans le levain peut effectuer ce travail. Pour cela on a compté les cellules de levure dans des préparations de levain pour déterminer ensuite approximativement la quantité de cet organisme qui renferme un poids donné de levain. Cela fait, il n'a pas été difficile de préparer un mélange de farine, de levure et d'eau, tel que le nombre des cellules de levure y était à peu près le même que dans le levain. Cette préparation a fait lever la pâte en quatre heures, tandis qu'un mélange de farines, avec ses bactéries, et d'eau n'a produit le même effet qu'après quatre ou six jours. Il est donc évident que la levure existe en quantité suffisante dans le levain pour produire tout l'effet désirable, par simple fermentation alcoolique.

Si les bactéries suffisaient à la fermentation, pourquoi les boulangers n'abandonneraient-ils pas à lui-même un mélange de farine et d'eau, pendant quatre ou six jours, et ne se serviraient-ils pas de cette culture à la place du levain? La vérité est qu'ils fabriqueraient ainsi un pain acide, impropre à la consommation. C'est avec raison que M. Birnbaum dit : « Le boulanger qui veut suivre les méthodes rationnelles tient à ce qu'il n'existe dans la pâte que la fermen-

1. *Agriculturchem. Jahresbericht*, t. XIII, p. 276.

2. *Bacteriologisch-chemische Untersuchungen über die beim Aufgehen des Brotteiges wirkenden Ursachen. Bot. Centralbl.*, XXXIII, 245, 276, 308, 341, 374, 385.

tation alcoolique, il cherche autant que possible à écarter les fermentations acides. Lorsque le levain est conservé pendant longtemps, les différents organismes des fermentations acétique, lactique, butyrique peuvent se multiplier à foison. Un tel levain acide provoque les mêmes fermentations dans la pâte et la rend également acide.

Dans ces derniers temps on a pris l'habitude de délayer le levain, non dans l'eau, mais dans une infusion de houblon, à laquelle on ajoute une décoction de malt, une pratique nouvelle qui n'est pas encore acclimatée partout. Pourquoi? Ni les boulangers, ni les bactériologues ne pourraient nous l'expliquer. Au levain on ajoute de la farine et de l'eau. En présence de l'eau, la céréaline (fermentation diastasique) agit sur l'amidon et le transforme en sucre. Dès lors le saccharomycès peut végéter, quoique ce ne soit pas encore là le milieu le plus favorable au développement de ce champignon, puisqu'on a été amené à distinguer une levure de levain, reconnaissable à la petitesse de ses cellules, en quelque sorte atrophiées, beaucoup plus petites que celles de la levure de bière. Que ce soit le hasard ou la réflexion théorique qui aient conduit Balling à délayer le levain dans une décoction de malt, il faut avouer que c'est là le seul procédé rationnel; on y trouve en effet double avantage en fournissant à la levure son aliment spécifique, tout en introduisant dans le pain un sucre, la maltose, qui ne peut pas lui communiquer une saveur sucrée insolite. La nutrition « optima » étant offerte à la levure, celle-ci atteint le maximum de développement et peut lutter avec avantage contre les ferments concurrents des fermentations acides.

Citons enfin quelques pratiques qui confirment la manière de voir de l'auteur :

Dans les boulangeries on entretient une température de 20 à 30 degrés, très favorable au développement de la levure.

On peut ralentir la fermentation par le refroidissement.

Quand il s'agit de faire la pâte, on emploie de l'eau chaude qui augmente l'action de la céréaline.

La levure est plus énergique que le levain, car elle n'est pas altérée par des conditions de nutrition défavorables et, employée en substance, elle est beaucoup plus abondante que dans le levain.

On fait bien de n'ajouter le sel qu'avec la dernière portion d'eau, parce que, d'après Mège Mouriès, le chlorure de sodium coagule la céréaline et la rend inactive.

Voici, du reste, les résultats que l'auteur croit avoir mis hors de doute :

Le saccharomycès ne peut transformer que les vrais sucres, les uns directement, les autres indirectement, après inversion.

Il est incapable de faire fermenter l'amidon, ni même de le saccharifier.

Ce champignon s'est adapté à une nutrition spécifique. Cultivé dans une solution artificielle différente, il perd ses propriétés fermentatives en tout ou en partie.

Lorsqu'il végète dans un substratum convenable, il supporte une certaine acidité.

Il émet un ferment chimique, l'intervertine, qui intervertit les disaccharates mais n'agit pas sur l'amidon, même gonflé.

Les bactéries de la fermentation lactique, du levain, de la farine, de la décoction de malt et de la solution de céréaline sont fortement entravées par l'acide tartrique à 1 p. 100.

Les bactéries de la farine et du levain causent des fermentations acides. Jamais l'auteur n'a pu les voir saccharifier de l'amidon, pas plus du reste que le bacille lactique et les bactéries d'un extrait de son.

La farine et même les grains secs des céréales renferment un ferment diastasique, la céréaline, douée de propriétés extrêmement énergiques.

La céréaline présente, autant qu'on a pu le voir, les mêmes propriétés que la diastase avec laquelle elle est peut-être identique.

L'amidon saccharifié par la céréaline donne de la maltose, qui est fort probablement directement fermentescible.

L'acide acétique et les acides en général suspendent l'action de la céréaline. Celle-ci ne peut pas former d'acide lactique en l'absence des microbes.

L'action de la céréaline et de l'intervertine est purement chimique, se produit indépendamment des microorganismes. Les poisons physiologiques sont impuissants à en empêcher l'influence, à moins qu'ils n'agissent en vertu de leurs propriétés chimiques en formant des combinaisons nouvelles.

Enfin, la fermentation normale de la pâte n'est autre que la fermentation alcoolique, quel que soit le ferment employé. L'organisme est la levure de bière; l'aliment la maltose, qui provient d'une partie de l'amidon de la farine, transformée par la céréaline. Les bactéries ne jouent qu'un rôle accessoire plus qu'inutile. C'est surtout l'acide carbonique qui fait « lever » la pâte; la température du four y contribue en dilatant ce gaz et l'air et en volatisant de l'alcool, de l'eau et quelquefois des acides gras volatils, formés sous l'influence des bactéries. VESQUE.

**Règles à suivre pour la découverte des falsifications des farines de seigle et de blé**, par M. L. WITTMACK.[1] — L'auteur pense que jusqu'à présent on ne s'est pas assez servi du microscope pour découvrir dans la farine les substances organiques étrangères et plus spécialement pour distinguer la farine de seigle de celle de blé. Un petit chapitre préliminaire traite de l'examen du grain. Pour voir si le grain a été huilé, il suffit de le rouler dans la poudre de bronze qui s'y attache lorsqu'il est huilé. Deux chapitres sont consacrés à l'étude de la farine, l'un théorique, l'autre pratique. Le premier s'occupe de l'anatomie des grains de blé et de seigle, si semblable dans les deux cas, que les signes distinctifs se réduisent à peu près aux poils qui garnissent le sommet du grain et à certaines cellules, dites transversales, de la deuxième couche du péricarpe et qui sont plus longues chez le blé que chez le seigle. Les grains d'amidon sont les mêmes chez le blé, le seigle et l'orge. Les couches concentriques de ces grains n'apparaissent que lors de la germination. Il est donc facile de distinguer les grains normaux de ceux qui ont germé. La grande masse de la farine est formée par les grains d'amidon; viennent ensuite les grains de gluten dont la grosseur est à peu près celle des plus petits grains d'amidon.

[1] *Anleitung zur Erkennung organischer u. anorganischer Beimengungen in Roggen-u. Weizen-mehl.* Leipzig, 1884, 8°, 63 p., 2 pl. — *Bot. Centralbl.*, XXXIII, p. 124.

Par-ci par-là, on y voit les cellules à parois épaisses de la couche à gluten, celles à parois plus minces du corps amylacé, des portions du péricarpe, des poils ou des fragments de poils.

Dans le second chapitre, l'auteur porte d'abord son attention sur les matières inorganiques frauduleusement introduites dans la farine. La meilleure méthode pour les y retrouver est celle de M. Cailletet. Elle consiste à agiter la matière avec du chloroforme : toutes les particules minérales tombent au fond tandis que la farine surnage. On peut remplacer le chloroforme par une solution saturée de carbonate de potasse ou de chlorure de zinc.

La farine pure ne doit pas laisser plus de 2,5 p. 100 de cendres. Quant à la détermination des matières inorganiques, l'analyse des cendres peut naturellement seule donner des résultats certains, mais elle exige un laboratoire. Le microscope peut également servir à dévoiler cette fraude; il suffit de traiter la farine par l'eau d'iode, qui colore l'amidon en bleu, le gluten en jaune et laisse les matières minérales incolores. L'alun qu'on ajoute quelquefois à la farine, surtout en Angleterre, est le plus facilement décelé par l'extrait acétique de cochenille.

Il est très difficile de distinguer la farine de blé dans la farine de seigle. Le signe distinctif le plus certain est fourni par les poils du blé, à parois beaucoup plus épaisses que la cavité des cellules se colorant en jaune par le sulfate d'aniline. L'auteur a trouvé encore une autre méthode basée sur la température à laquelle l'amidon se transforme en empois. La farine étant délayée dans l'eau qu'on chauffe ensuite à 62°,5, les grains d'amidon du seigle sont presque tous gonflés, de forme méconnaissable, tandis que ceux du blé n'ont pas subi de modification. Pendant cette opération les poils viennent flotter à la surface; il suffit donc de recueillir un peu de cette écume et de l'examiner au microscope pour distinguer les poils du blé de ceux du seigle. On y trouvera en outre des fragments du péricarpe dans lesquels on distingue les cellules transversales.

Il est beaucoup plus facile de retrouver la farine de seigle dans celle de blé, parce qu'un grand nombre des grains d'amidon du seigle sont plus gros que ceux du blé.

Les grains d'amidon composés font immédiatement reconnaître la farine ou l'amidon de riz dans la farine, en outre, les cellules épidermiques des balles du riz sont très caractéristiques. Quant à l'avoine, au maïs, à l'orge, au sarrazin, la forme des grains d'amidon et les débris des balles servent à la distinction, mais nous ne pouvons pas insister ici sur les détails. Inutile de dire que les volumineux grains stratifiés de la fécule de pomme de terre ne peuvent guère échapper à l'observation. Il en est de même pour l'amidon des légumineuses, caractérisé par sa forme, mais il n'est pas facile de spécifier la provenance de ces grains d'amidon; en d'autres termes, de dire à quelle légumineuse ils appartiennent. Ces grains exigent une température élevée pour se transformer en empois; en outre les fragments de testa sont très caractéristiques.

L'auteur étudie ensuite quelques impuretés accidentelles de la farine. La nielle (*Agros tenua Githago*) ne peut guère être reconnue qu'à ses grains d'amidon, parce que la farine en renferme rarement des fragments de testa. L'ergot est mis en évidence par le chloroforme sur lequel viennent surnager

des particules rouge-brun de l'écorce. Les spores de la Carie (*Tilletia Caries* et *T. lævis*) sont très reconnaissables. Enfin le mélampyre est facilement déterminé par les grandes cellules à parois épaisses, contenant non de l'amidon, mais des albuminoïdes et des corps gras.

La densité de l'empois, l'index de réfraction, la polarisation, etc., ne fournissent pas de signe distinctif utilisable. Le microscope ne révèle aucune différence entre le *Triticum vulgare* et le *Triticum turgidum;* on en est donc réduit à extraire le gluten qui est beaucoup moins abondant pour le second que pour le premier [1].

### Viticulture.

**Sur la distribution des sexes chez la vigne**, par M. EMERICH RATHAY [2]. — D'après l'auteur, plusieurs et peut-être toutes les espèces du genre *Vitis* développent trois sortes de fleurs : mâles, femelles et hermaphrodites; le gynécée des premières, l'androcée des deuxièmes sont sans fractions. Suivant la distribution de ces fleurs, il y a lieu de distinguer des pieds mâles, femelles, hermaphrodites et monoïques [3], ces derniers portent à la fois des fleurs mâles et femelles.

Les variétés cultivées du *Vitis vinifera* sont tout à fait femelles ou tout à fait hermaphrodites. Le pollen est transporté par le vent. Si les fleurs d'une vigne femelle ne sont pas fécondées, elles tombent, elles coulent comme on dit :

De ces observations rapidement esquissées se dégagent les conclusions pratiques suivantes :

1° Il est très important de savoir si la variété qu'on cultive est femelle ou hermaphrodite.

2° Les variétés femelles ne doivent jamais être cultivées seules, mais seulement en mélange avec des variétés hermaphrodites : il est indiqué d'établir des lignes alternativement femelles et hermaphrodites.

3° Les variétés femelles ne peuvent donner que des métis.

4° Le pollen recueilli dans les fleurs d'une variété femelle est toujours impropre à la fécondation. Tous les essais d'hybridations qu'on a faits avec ce pollen sont restés sans résultat.

1. Nous rappelons au lecteur que le treizième bulletin de la publication américaine du département de l'agriculture, dont nous avons annoncé récemment la publication, renferme dans la seconde partie : *Spices and condiments by Clifford Richardson*, des figures de ces diverses espèces d'amidon, reproduisant exactement l'aspect qu'elles présentent au microscope.

2. Société zoologique et botanique de Vienne. *Bot. centralbl.*, XXIII, p. 126.

3. Et polygames? à fleurs, les unes hermaphrodites, les autres mâles.

*Le Gérant :* G. MASSON.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# ÉTUDES
# SUR LES ALGUES UNICELLULAIRES

PAR

**M. VICTOR JODIN**

## I. — Introduction.

Les algues unicellulaires sont les plus simples des végétaux chlorophylliens et marquent, pour ainsi dire, les débuts de la vie végétale. Cette simplicité jointe à leur extrême dissémination font de ces petits êtres un intéressant sujet d'étude, tant au point de vue de la statistique des êtres organisés, que par la facilité qu'elles donnent pour aborder certains problèmes de physiologie générale d'une solution difficile quand on s'adresse aux végétaux supérieurs.

Sans vouloir remonter jusqu'à Priestley, qui découvrit leur fonction chlorophyllienne, je rappellerai que plusieurs savants s'en sont déjà occupés; et parmi les travaux les plus récents je citerai seulement celui de M. Bréal qui, ici même, dans ce recueil[1], a publié un travail fort intéressant, éclairé par des expériences ingénieuses et fort originales bien propres à faire ressortir le rôle important réservé à ces infiniment petits dans le conflit des êtres vivants.

Les recherches dont je voudrais donner aujourd'hui un premier extrait remontent déjà à un certain nombre d'années. Elles font partie d'un ensemble qui s'appliquait à déterminer le rôle des principaux éléments minéraux de la vie végétale : acide phosphorique, potasse, chaux, magnésie et azote. Les *Annales agronomiques* ont déjà bien voulu accueillir quelques observations isolées de même nature faites sur les végétaux supérieurs[2]; c'est un nouveau chapitre sur les mêmes questions que je leur offre aujourd'hui avec l'espoir de le compléter par d'autres un peu plus tard.

## II. — Culture expérimentale des algues unicellulaires.

Je n'ai en vue ici et dans la suite de ce travail que les algues de la famille des Protococcées et des Zygnémées. Il est souvent difficile

1. *Ann. agron.*, t. XII.
2. *Du rôle de la silice*, etc., t. IX.

de cultiver séparément ces deux formes, mais elles sont trop rapprochées dans la série naturelle des êtres pour que leurs propriétés générales physiologiques diffèrent notablement. J'ai pu aussi obtenir des cultures d'autres formes chlorophylliennes plus éloignées telles que : Euglène, Volvocinée, etc., mais j'en réserve, quant à présent, les résultats obtenus.

Après bien des essais préliminaires je me suis arrêté aux dispositions suivantes, comme les plus propres à donner assez rapidement des récoltes pures en quantité suffisante pour l'analyse. Un matras de 4 ou 5 litres est fermé par un bouchon de caoutchouc traversé par deux tubes recourbés. Comme milieu de culture, ce matras reçoit environ un litre d'eau distillée minéralisée artificiellement suivant les besoins des expériences : on fait bouillir le liquide avant l'ensemencement pour détruire, autant que possible, les germes étrangers. Après l'ensemencement, il n'y a plus qu'à exposer à la lumière et à entretenir une proportion convenable de $CO^2$ dans l'atmosphère du matras. On pourrait simplement renouveler cette atmosphère par le passage d'un courant d'air naturel. Mais la faible proportion de $CO^2$ dans l'air rendrait la production des algues beaucoup trop lente, il convient de l'activer en augmentant la quantité de $CO^2$ par un moyen quelconque.

Celui que je préfère généralement, et qui réussit très bien, consiste à adjoindre au matras de culture un *gazogène protochimique.* C'est tout simplement un flacon rempli d'une solution de peroxalate de fer. Ce sel, comme on sait, se décompose à la lumière en dégageant de l'acide carbonique pur. Il suffit de réunir ce gazogène au matras de culture pour avoir une alimentation automatique qui se proportionne aux besoins de la végétation, puisqu'elle est nulle à l'obscurité et augmente avec l'intensité de la lumière. Pour régler ce gazogène on l'entoure d'une enveloppe opaque (carton, papier noir, etc.), dans laquelle on découpe une surface d'éclairage en rapport avec le volume quotidien de $CO^2$ que l'on veut obtenir.

On peut à volonté terminer le second tube recourbé du matras de culture par une pointe effilée, étirée plus ou moins longue, de façon à permettre le dégagement extérieur des excédents gazeux, tout en empêchant une diffusion trop rapide de l'atmosphère interne avec celle du dehors. Le même résultat serait obtenu en prolongeant le tube, y soufflant deux ampoules et le recourbant une seconde

fois de façon à en faire une soupape de sûreté fonctionnant au moyen d'un globule de mercure que l'on y introduit.

Ainsi disposé et convenablement ensemencé, l'appareil peut être abandonné à la lumière sans autre soin. Au bout de un à deux mois on en obtient une récolte de *Protococcus* pesant en moyenne à l'état sec 1gr,5 par litre de liquide. Ce qui représente environ 10 grammes de matière végétale fraîche, qui, comme on sait, retient souvent plus de 85 p. 100 d'eau de constitution nécessaire aux besoins physiologiques.

Cette quantité de matière est suffisante pour bien des déterminations analytiques. Quand plus est nécessaire, on réunit plusieurs cultures faites et obtenues dans les mêmes conditions.

### III. — Quelques observations sur la physiologie du « Protococcus ».

Avant d'entrer dans la spécialité des expériences, il convient peut-être de rapprocher certaines observations dispersées au cours de ces expériences et qui semblent avoir un certain caractère de généralité. Ce rapprochement montrera combien la physiologie de la cellule de *Protococcus* vivant seule, indépendante et isolée, diffère peu de la physiologie de la cellule chlorophyllienne que nous retrouvons dans la feuille avec une vie dépendante et associée dans un organisme complexe.

*Dessiccation.* — La fonction chlorophyllienne de la feuille ne résiste pas à un certain degré de dessiccation. Elle s'affaiblit au fur et à mesure que la feuille se dessèche, et s'éteint complètement et sans retour lorsque toute l'eau de constitution a été évaporée. Le Protococcus se comporte de même : la dessiccation abolit en lui la fonction chlorophyllienne.

Si par exemple on partage en deux une récolte de *Protococcus*, que la première partie A soit desséchée à l'air libre ou au-dessus de l'acide sulfurique, avant d'être introduite sous une cloche avec de l'eau et une atmosphère carboniquée; tandis que parallèlement et comme témoin, on introduira sous une cloche semblable la partie B restée à l'état frais : il arrivera qu'à la lumière, A sera incapable de décomposer $CO^2$, tandis que B au contraire pourra opérer cette décomposition pendant un certain temps dépendant de la constitution du milieu où elle se trouve placée.

Dans une expérience à la lumière diffuse qui dura huit jours,

| | | |
|---|---|---|
| *a*. 1 gramme de matière fraîche préalablement desséchée absorba. | 17cc.0 | d'oxygène. |
| Et produisit | 14cc.8 | $CO^2$. |
| *b*. 1 gramme de matière non préalablement desséchée produisit.. | 25cc.0 | d'oxygène. |
| En absorbant | 21cc.6 | $CO^2$ |

Cependant la dessiccation en abolissant la fonction chlorophyllienne ne tue pas physiologiquement toute la matière verte qui y est soumise; du moins certaines parties à l'état de germes ou spores conservent une vitalité latente qui reparait dans des circonstances convenables. Ainsi en ensemençant des liquides stérilisés avec un peu de matière verte constituée par des cellules de Protococcus desséchées, on voit cette matière se décolorer d'abord complètement à la lumière, puis peu à peu, au bout d'un certain temps, reparaître dans le liquide sur les parois du vase une nouvelle production verte.

*Excès de $CO^2$ dans l'atmosphère.* — Une autre analogie est l'influence déprimante exercée par une trop forte proportion de $CO^2$ dans l'atmosphère. M. Bréal a très justement observé[1] que les algues de la famille des protococcus n'émettaient plus d'oxygène à la lumière lorsquelle étaient immergées dans de l'eau saturée de $CO^2$; conformément à ce que Boussingault avait déjà trouvé pour les plantes vertes vivant dans l'air qui, lorsqu'elles étaient placées à la lumière, produisaient moins d'oxygène dans l'acide carbonique pur que dans l'acide carbonique dilué.

J'ai pu constater souvent que sous ce rapport les algues étaient plus impressionnables que les feuilles. Il m'a été en effet impossible d'obtenir des cultures et même de simples manifestations de la fonction chlorophyllienne, dans des atmosphères qui contenaient plus de 20 p. 100 de $CO^2$. Tandis que dans les expériences de Boussingault, que j'ai souvent répétées, on obtient des réductions chlorophylliennes très énergiques avec des feuilles *détachées*, plongées dans des atmosphères contenant 40 p. 100 d'acide carbonique. Cette différence tient probablement à ce que la cellule verte de la feuille vit dans l'air, tandis que le protococcus vit dans l'eau, tirant de l'atmosphère par l'intermédiaire de ce liquide les gaz nécessaires à sa respiration et à sa nutrition, gaz qui, comme on sait ($CO^2$ et O), possèdent des coefficients de dissolution fort différents et par cela même arrivent au petit organisme dans des rapports fort différents de ceux qu'ils ont dans l'atmosphère.

*Lumière.* — Comme pour tous les êtres chlorophylliens, la

1. *Ann. agron.*, t. XII, p. 320.

lumière est la condition essentielle et caractéristique de la vie des algues cellulaires. Peut-être seulement, sous le rapport de l'intensité, sont-elles un peu moins exigeantes que d'autres végétaux d'une organisation plus complexe. On peut remarquer déjà qu'elles se développent dans des lieux relativement peu éclairés, comme par exemple les murs d'une cave humide où ne pénètre qu'une faible lumière. On obtient facilement des récoltes dans des appareils placés au N. et ne recevant jamais la lumière directe du soleil; seulement dans ces conditions la végétation est plus lente et, toutes choses égales, le poids de la récolte beaucoup moindre.

Dans une expérience, j'avais placé un matras contenant un demi-litre de liquide nourricier sur une fenêtre au couchant, et un second matras identique dans un cabinet éclairé seulement par une fenêtre au N. éloignée du matras au moins de deux mètres. Au bout de trois mois, je retirais du premier matras une récolte qui desséchée pesait $0^{gr},400$, tandis que celle du second ne dépassait pas $0^{gr},100$.

## IV. — Composition chimique.

Dans les végéraux supérieurs la matière organisée se trouve différenciée en régions hétérogènes correspondant aux localisations spéciales des fonctions qui dépendent des organes. Aux organes de circulation, de respiration, de transpiration, de réserve, etc., etc., correspondent nécessairement des variations de la composition matérielle en rapport avec la nature de la fonction; et comme dans un tel organisme il peut y avoir, dans bien des cas, prédominance de certaines fonctions sans que l'équilibre physiologique soit troublé au point d'interrompre la vie de l'ensemble, on comprend facilement que la composition matérielle de cet ensemble puisse et doive varier au point de présenter des écarts notables, même entre deux végétaux de même espèce.

Mais dans un organisme composé d'une seule cellule dans laquelle toutes les fonctions se pénètrent et se contiennent en la plus grande intimité matérielle, il semblerait que l'équilibre de ces fonctions dût devenir plus étroit et plus incompatible avec les grands écarts de la composition matérielle.

C'est-à-dire, en d'autres termes, qu'on pouvait supposer que la composition chimique des algues unicellulaires présenterait une certaine constance, se rapprochant un peu de l'invariabilité des

formules chimiques. C'est plutôt le contraire de cette supposition qui semble être la vérité.

Ainsi, en prenant pour caractéristique la teneur en azote, si on analyse par la chaux sodée des récoltes de *Protococcus* obtenues cependant dans des conditions très analogues et avec des liquides exclusivement minéraux, comme il sera indiqué plus loin, on obtient pour le taux de l'azote des nombres très différents suivant les récoltes. Comme extrême entre plus de vingt récoltes de même espèce, ou très voisines, j'ai eu : 1,42 p. 100 et 6,77 p. 100. En admettant que cet azote soit exclusivement engagé dans la formation des matières albumineuses, on se trouverait donc en présence d'un organisme dont l'état physiologique comporterait une constitution matérielle dans laquelle l'albumine entrerait pour 8,8 p. 100 ou 42.0 p. 100.

Cela démontre suffisamment combien il serait illusoire d'appliquer l'analyse chimique à fixer dans une formule générale quelconque les éléments nécessaires à la vie cellulaire. Ce que l'on doit rechercher, c'est peut-être seulement les limites entre lesquelles peuvent varier ces éléments et les circonstances physico-chimiques qui règlent ces variations. C'est sous les réserves imposées par ces considérations que je donnerai ici quelques déterminations sur la composition chimique des algues unicellulaires.

*Cendres.* — La minéralisation des algues, c'est-à-dire les cendres laissées par leur combustion, montre aussi une grande facilité à varier en quantité et en qualité. Généralement les récoltes obtenues dans des eaux naturelles, presque toujours très chargées de sels calcaires, laissent une forte proportion de cendres, dépassant souvent 15 p. 100. Mais dans ces cas on a évidemment affaire à une minéralisation étrangère, extérieure à l'organisme et due à une véritable incrustation de celui-ci par la précipitation des sels calcaires dissous jusqu'au point de saturation. Pour avoir une minéralisation véritablement physiologique, c'est-à-dire dont tous les éléments ont plus ou moins concouru aux actes de la vie, il faut employer des solutions peu minéralisées et loin de la saturation.

En opérant dans un liquide nourricier, qui avait à peu près la composition suivante par litre :

| | Gr. |
|---|---|
| Acide azotique ($AzO^5$) | 0.1823 |
| — phosphorique ($PhO^5$) | 0.0393 |
| — chlorhydrique (ClH) | 0.0355 |

| | Gr. |
|---|---|
| Acide silicique ($SiO^3$) | 0.0514 |
| — sulfurique ($SO^3$) | traces p. 100. |
| Ammoniaque ($AzH^3$) | 0.0574 |
| Oxyde de potassium (KO) | 0.0715 |
| — calcium (CaO) | 0.0280 |
| — magnésium (MaO) | 0.0105 |
| Eau distillée | 1 litre. |

J'ai obtenu, en moyenne, $1^{gr},70$ de récolte sèche par litre. Le taux de la minéralisation en était descendu à 6 p. 100 et sa composition oscillait autour de la moyenne suivante :

| | Pour 1 gr. de récolte. | Pour 1 gr. de cendres. |
|---|---|---|
| $PhO^5$ | 0.0177 | 0.2935 |
| ClH | 0.0012 | 0.0199 |
| $SO^3$ | 0.0015 | 0.0249 |
| $SiO^3$ | 0.0052 | 0.0862 |
| KO | 0.0127 | 0.2106 |
| CaO | 0.0017 | 0.0282 |
| MaO | 0.0017 | 0.0282 |
| $CO^2$ et matières indéterminées. | 0.0186 | 0.3085 |
| | 0.0603 | 1.0000 |

On voit de suite le rôle dominant qu'il faut attribuer, au moins quantitativement, à l'acide phosphorique et à la potasse.

*Principes immédiats.* — L'analyse immédiate des algues aurait demandé une quantité de matière que je n'ai pas eue à ma disposition, et un travail qui m'aurait éloigné du but que je m'étais fixé. Je me suis donc borné à reconnaître que les principaux éléments des algues cellulaires étaient de même nature que ceux des végétaux supérieurs.

J'ai trouvé, en effet, qu'elles étaient à peu près ainsi constituées:

| | |
|---|---|
| *a.* Chlorophylle et matières grasses solubles dans l'éther | 16.6 |
| *b.* Glycogène, amidon, etc., saccharifiables par l'acide chlorhydrique étendu chaud, et extrait aqueux | 42.2 |
| *c.* Matières solubles dans la potasse étendue (principes albumineux?) | 27.4 |
| *d.* Cellulose, matières insolubles dans les réactifs | 14.8 |
| | 100.0 |

Comme principe immédiat déjà caractérisé et compris ici dans le groupe B, il faut citer la phycite, : corps hydrogéné correspondant à la formule $C^{12}H^{15}O^{12}$ d'après M. Lamy, qui l'a découverte dans le *Protococcus vulgaris*, en même temps que l'acide phycique qui semble appartenir à la famille des acides gras [1].

1. Voy. *Annales de chimie*, 3$^e$ série, t. XXXV.

Comme dernier document sur la composition chimique du *Protococcus* je transcrirai ici les résultats donnés par l'analysé élémentaire de la récolte dont la minéralisation a été rapportée précédemment (page 247).

| | |
|---|---|
| C | 44.13 |
| H | 6.63 |
| Az | 5.52 |
| O | 37.69 |
| Cendres | 6.03 |
| | 100.00 |

### V. — Du liquide nourricier optimum. Trophydrate.

Connaissant à peu près les facteurs minéraux essentiels de la vie du *Protococcus*, les très grandes variations que peut subir leur assimilation, il devenait nécessaire, avant d'aller plus loin, de rechercher la composition du liquide le plus fertile, c'est-à-dire qui, pour le plus faible poids des éléments minéraux actifs, donnerait le maximum de récolte.

Pour préciser : désignant par E le poids des minéraux mis en solution dans un litre d'eau distillée, et R le poids de la récolte correspondante, la plus grande valeur du rapport $\frac{R}{E}$, entre plusieurs solutions comparées, caractérisera la solution nourricière optimum du *Protococcus* ou, pour abréger, son *trophydrate*. Il convient de substituer au poids simple des éléments leur poids chimique, c'est-à-dire leur équivalent, et de donner cette valeur à E dans le rapport.

C'est seulement avec un tel liquide qu'on peut espérer obtenir des récoltes dans lesquelles la minéralisation sera vraiment et entièrement un résultat physiologique, et non pas, comme il arrive nécessairement dans des solutions trop concentrées, le résultat d'actions chimiques : précipitations, incrustations, affinités capillaires, etc., qui restent en dehors du cycle des phénomènes chimico-physiologiques que l'on comprend vaguement sous le nom d'assimilation. Cette recherche, *à priori*, ne paraît pas présenter des difficultés sérieuses, surtout après les beaux travaux de M. Raulin sur le développement de l'*Aspergillus niger* dans un milieu artificiel. Cependant je dirai de suite comment et pourquoi j'ai échoué jusqu'ici, en partie du moins. On a pu voir précédemment par quelle faible masse,

presque infinitésimale certains éléments interviennent dans les phénomènes de la vie végétale d'une façon tout à fait essentielle. Un milieu rigoureusement purifié de toute trace de chaux ou de magnésie serait très probablement impropre à toute végétation; et cependant il faut quelquefois opérer sur des quantités relativement considérables de récolte pour retrouver, dans les cendres, des traces de ces substances qui avaient échappé à la purification, et qui ont suffi aux besoins physiologiques du petit végétal. Cultivant des êtres qui puisent dans la lumière les énergies de leur existence, et dont le développement, pour être rapide, réclame une atmosphère suffisamment chargée d'acide carbonique, il m'était presque imposé d'employer les vases de verre. Malheureusement dans des expériences prolongées les vases de verre cèdent à l'eau, surtout chargée de $CO^2$, quelques-uns de leurs éléments, souvent suivant la nature du verre en quantité très faible, mais suffisante pour troubler les résultats de l'expérience. Des vases métalliques ou de porcelaine mettraient sans doute mieux à l'abri de cet inconvénient, mais rendraient le dispositif expérimental moins facile et beaucoup moins commode.

Cependant comme le verre ne cède pas tous les éléments qui interviennent dans la végétation, et que quelques-uns des plus importants, comme le phosphore, l'azote, paraissent à l'abri de cette cause d'erreur; je donnerai quelques-uns des résultats obtenus par des cultures faites dans des matras de verre, à la recherche du liquide nourricier optimum ou *trophydrate du Protococcus*.

Le tableau suivant donne la composition, par litre, de quelques liquides essayés : les chiffres de la première des deux colonnes attribuées à chaque liquide donnent le poids de la substance dissoute; ceux de la seconde expriment leur équivalent, celui de l'hydrogène étant pris égal à 1 milligramme.

Voici maintenant les poids moyens des récoltes obtenues de ces liquides, et les rapports de chaque poids à l'équivalent du liquide correspondant.

| | Poids de la récolte totale dans un litre de liquide. Gr. | Rapport $\frac{R}{E}$ |
|---|---|---|
| N° I | 1.478 | 0.113 |
| II | 1.704 | 0.136 |
| III | 1.347 | 0.311 |
| IV | 1.201 | 0.421 |
| V | 1.150 | 0.294 |

COMPOSITION DE QUELQUES LIQUIDES DE CULTURE.

| MATIÈRES DISSOUTES DANS UN LITRE D'EAU DISTILLÉE. | I. | | II. | | III. | | IV. | | V. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | POIDS. | ÉQUIVALENT. | POIDS. | ÉQUIVALENT. | POIDS. | ÉQUIVALENT. | POIDS. | ÉQUIVALENT. | POIDS. | ÉQUIVALENT. |
| | Gr. | | Gr. | | Gr. | | Gr. | | Gr. | |
| Acide azotique ($AzO^5$)......... | 0.1968 | 3.64 | 0.1823 | 3.38 | 0.1080 | 2.00 | 0.0613 | 1.14 | 0.0748 | 1.38 |
| Acide phosphorique ($PhO^5$).... | 0.0409 | 0.57 | 0.0393 | 0.55 | 0.0071 | 0.10 | 0.0094 | 0.13 | 0 0393 | 0.55 |
| Acide sulfurique ($SO^3$).......... | 0.0352 | 0.88 | » | » | 0.0020 | 0.05 | 0.0045 | 0.11 | » | » |
| Acide chlorhydrique ($ClH$)..... | 0.0333 | 0.91 | 0.0355 | 0.97 | 0.0091 | 0.25 | » | » | » | » |
| Acide silicique ($SiO^3$).......... | 0.0320 | 0.71 | 0.0514 | 1.14 | » | » | 0.0068 | 0.01 | » | » |
| | 0.3382 | 6.71 | » | 6.04 | » | 2.40 | » | 1.39 | » | 1.93 |
| Oxyde de potassium ($KO$)...... | 0.0522 | 1.11 | 0.0715 | 1.52 | 0.0459 | 0.98 | 0.0089 | 0.19 | 0.0235 | 0.50 |
| Oxyde de sodium ($NaO$)........ | 0.0142 | 0.46 | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Oxyde de calcium ($CaO$)....... | 0.0148 | 0.53 | 0.0280 | 1.00 | 0.0184 | 0.66 | » | » | 0.0102 | 0.36 |
| Oxyde de magnésium ($MaO$).... | 0.0077 | 0.38 | 0.0105 | 0.52 | 0.0058 | 0.29 | 0.0035 | 0.18 | 0.0105 | 0.52 |
| Oxyde de fer ($FaO$)............ | » | » | » | » | » | » | 0.0038 | 0.11 | » | » |
| Oxyde de zinc ($ZnO$).......... | » | » | » | » | » | » | 0.0006 | 0.01 | » | » |
| Ammoniaque ($AzH^3$)........... | 0.0653 | 3.84 | 0.0574 | 3.33 | » | » | 0.0166 | 0.98 | 0.0100 | 0.59 |
| | » | 6.32 | » | 6.42 | » | 1.93 | » | 1.47 | » | 1.97 |
| Équivalent, total.......... | » | 13.03 | » | 12.46 | » | 4.33 | » | 2.86 | » | 3.90 |

D'après la composition des liquides du tableau précédent, où manquent successivement l'acide sulfurique, l'acide silicique, l'acide chlorhydrique, la soude, la chaux et l'oxyde de fer, on pourrait supposer que ces corps ne sont pas indispensables à l'évolution des algues unicellulaires. Malheureusement pour la plupart, ils entrent dans la composition du verre et laissent toujours soupçonner leur présence dans les liquides les mieux purifiés, conservés quelque temps dans des vases de cette nature. Aussi en retrouve-t-on presque toujours des traces dans les cendres d'une récolte d'un poids suffisamment élevé. Il est donc seulement permis de conclure que, si leur intervention est réellement nécessaire à l'évolution des petits végétaux considérés ici, elle peut s'exercer par des masses extrêmement faibles et dont la limite n'a pu encore être fixée.

Les rapports $\frac{R}{E}$ montrent encore que la fertilité spécifique est relativement plus faible dans les solutions concentrées que dans celles qui sont plus étendues; que par exemple la solution n° 1, d'un indice total de minéralisation égal à $13^{g},03$ dont 7,4 pour l'azote ($AzO^5$ et $AzH^3$) et 0,6 pour $PhO^5$, n'a donné qu'une récolte de $1^{gr},478$ ; tandis que la solution n° 4, avec un indice de $2^{g},86$ seulement, dont 2,12 pour l'azote et 0,13 pour $PhO^5$, a donné la récolte $1^{gr},201$ : assez peu différente en somme.

Il faut aussi remarquer que de tous les liquides essayés, dont je n'ai formulé ici que quelques-uns, le n° 4, qui a été le plus fertile, est de même formule que celui auquel s'était arrêté M. Raulin pour la culture de l'*Aspergillus niger*, après de nombreuses expériences. De sorte que le trophydrate de l'*Aspergillus* serait aussi à peu près celui du *Protococcus viridis*. Cet aperçu mériterait d'être vérifié par de nouvelles expériences ; car le cycle physiologique du *Protococcus*, être chlorophyllien, procédant immédiatement des substances minérales, diffère essentiellement de celui de l'*Aspergillus*, être parasite ne touchant au monde minéral que médiatement par des composés ternaires carbonés, élaborés par d'autres êtres.

### VII. — De l'assimilation de l'acide phosphorique.

Les chimistes ont signalé depuis longtemps une relation entre l'azote et l'acide phosphorique contenus dans certaines parties des végétaux supérieurs, et en ont conclu qu'il devait exister une certaine combinaison entre les matières azotées et cet acide. Cette

conclusion a trouvé surtout un fort appui dans les belles études de M. Dehérain sur les graines de pois, lentilles, chènevis, etc., etc. On voit en effet, dans ces expériences, des phosphates solubles retenus opiniâtrément par la matière organique, qui ne les cède même pas entièrement à des lavages faits avec l'acide chlorhydrique étendu : les cultures des algues sont très propres à éclairer ce genre de réaction, puisque ces petits végétaux vivent immergés dans l'eau, entièrement livrés aux actions de dissolution, diffusion, etc., sans les complications qu'apportent chez les plantes aériennes la transpiration et les migrations des éléments minéraux à travers des tissus différenciés.

Voici quelques observations à ce sujet :

La richesse d'une récolte en acide phosphorique dépend surtout de celle du liquide nourricier. Ainsi le taux d'une récolte obtenue dans le liquide n° I, titré à $0^{r},57$ de $PhO^5$ par litre (en poids : $0^{gr}$ 041 $PhO^5$), s'élevait à 1,8 p. 100, tandis que dans le liquide n° IV, à $0^{r},13$ la récolte ne contenait plus que 0,6 p. 100 de $PhO^5$. Il existe donc une certaine proportionnalité entre la richesse du liquide nourricier et celle de la récolte qui y a pris naissance.

Cependant, lorsque les autres éléments minéralisateurs sont en quantité suffisante, il peut arriver que la récolte enlève à peu près tout l'acide phosphorique au liquide, et le retienne par une action contraire et opposée à la résultante des forces de diffusion qui agissent sans cesse pour ramener au liquide le sel qui lui a été soustrait par l'organisme. Car l'acide phosphorique assimilé ne paraît pas être entré dans des combinaisons définies, dont le peu de solubilité expliquerait leur résistance aux actions dissolvantes du liquide extérieur, mais bien plutôt dans une de ces combinaisons instables dont les éthers offrent de nombreux exemples. Cette combinaison présente de plus un caractère dont il faut noter l'existence, comme relevant tout spécialement de la chimie physiologique proprement dite. Ce caractère, c'est que l'assimilation de $PhO^5$, — si on veut ainsi nommer la force qui appelle et retient cet acide dans l'organisme en opposition à l'action contraire du liquide extérieur, — l'assimilation n'a lieu qu'à l'état physiologique, c'est-à-dire tant que le cycle des réactions chimiques, corrélatif de la vie, n'est pas interrompu.

Un exemple servira d'explication.

Je retire d'un des liquides précédents une récolte dont la culture

a été assez prolongée pour l'épuiser complètement. Je dessèche longuement cette récolte sur $SO^3$, je la pulvérise et j'en fais deux parts : l'une sert à doser $PhO^5$ par incinération ménagée; l'autre est mise en macération dans l'eau distillée chaude, ou même froide, pendant environ vingt-quatre heures. Au bout de ce temps je filtre et je dose de nouveau $PhO^5$, directement sans incinération préalable dans le liquide filtré, puis dans la partie non dissoute restée sur le filtre desséchée et incinérée.

Dans un cas, j'ai trouvé qu'une récolte, qui contenait le chiffre relativement considérable de 3,6 p. 100 de $PhO^5$, desséchée et mise en macération, céda au liquide 19,7 p. 100 de son poids, et que dans cette matière dissoute, à *réaction acide*, se retrouvait la presque totalité de $PhO^5$. La récolte lavée, séparée par filtration, n'avait retenu que des traces de phosphate de chaux ou de magnésie. Ainsi ces cellules qui pendant leur vie soustrayaient au liquide extérieur presque tout son acide phosphorique, et le retenaient avec une certaine énergie, l'abandonnèrent complètement après une dessiccation qui leur avait fait perdre leur activité physiologique, comme on l'a déjà vu. Et cependant cette dessiccation, il faut bien le remarquer, n'a guère pu déterminer des modifications considérables d'ordre chimique.

Je noterai encore ici, bien que je doive y revenir dans le chapitre relatif à l'assimilation de l'azote, que la matière azotée ne suit pas l'acide phosphorique dans ce départ opéré par les lavages à chaud ou à froid, car on retrouve dans la matière lavée la plus grande partie, presque la totalité de l'azote préexistant.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

*En résumé :*

J'ai pu cultiver dans des milieux artificiels bien définis les algues unicellulaires des Protococcées. Ces petits végétaux chlorophylliens, formés de cellules indépendantes de quelques millièmes de millimètre de diamètre, constituent en grande partie cette matière verte, dite souvent matière de Priestley, qui apparaît dans les eaux naturelles abandonnées à la lumière, à la surface des terrains humides, murs de cave plus ou moins éclairés, etc., et en général partout où se trouvent de l'eau et de la lumière.

Les milieux de culture les mieux appropriés sont l'eau distillée

minéralisée par quelques cent-millièmes de phosphates et azotates.

La formule qui, jusqu'ici, m'a le mieux réussi est la suivante :

| | |
|---|---|
| Acide azotique ($AzO^5$) | 0.0613 |
| — phosphorique ($PhO^5$) | 0.0094 |
| — sulfurique ($SO^3$) | 0.0045 |
| — silicique ($SiO^3$) | 0.0068 |
| Oxyde de potassium (KO) | 0.0089 |
| — de magnésium (MaO) | 0.0035 |
| — de fer (FeO) | 0.0038 |
| — de zinc (ZnO) | 0.0006 |
| Ammoniaque ($AzH^3$) | 0.0166 |
| Eau distillée | 1 litre. |

qui, par ses éléments et leurs proportions, correspond à celle que M. Raulin, par ses belles recherches, avait déterminée pour la culture optimum de l'*Aspergillus niger*.

Un litre de ce liquide peut en quelques semaines donner de 1 à 2 grammes de matière de Priestley desséchée, ce qui correspond à plus de 10 grammes de matière végétale fraîche, qui généralement retient souvent plus de 85 p. 100 d'eau de constitution.

L'intérêt de ces cultures tient surtout aux facilités qu'elles apportent pour la solution de questions difficilement accessibles chez les végétaux supérieurs. Au premier rang de ces questions sont celles qui touchent à l'assimilation de certains éléments minéraux, tels que l'azote et l'acide phosphorique. Ces algues cellulaires, qui jouissent des mêmes facultés physiologiques que les végétaux supérieurs et vivent immergées dans l'eau, comportent une simplicité et une homogénéité matérielle des milieux qui favorisent singulièrement la facilité et la précision des opérations analytiques. En ce qui concerne $PhO^5$, j'ai trouvé que, pour les récoltes obtenues dans des liquides étendus, la proportion de cet acide peut varier de 0,5 à 3,0 p. 100 de récolte sèche. Diverses circonstances interviennent pour produire ces variations. J'ai pu constater aussi que ce même acide soustrait au liquide nourricier ne pouvait être retenu par la cellule qu'en tant qu'elle se trouvait dans l'intégrité de son état physiologique. Si par exemple une récolte, qui a assimilé 3 p. 100 de $PhO^5$, en épuisant son liquide de culture, vient à être soumise à une longue dessiccation qui modifie profondément son état physiologique, est ensuite mise en macération dans l'eau, au bout de quelques heures elle cédera presque tout l'acide phosphorique que, dans les conditions antérieures, elle avait assimilé.

La proportion l'azote assimilé par le *Protococcus* est susceptible aussi d'assez grandes variations : j'ai dosé en effet 1,43 et 6,67 p. 100 pour des récoltes venues dans des liquides de composition peu différente. J'ai aussi étudié, au point de vue de l'assimilation, les différentes formes sous lesquelles l'azote pouvait concourir aux actes physiologiques. J'ai essayé comparativement les sels ammoniacaux (sulfate, oxalate, etc.) et les azotates, introduits à doses déterminées dans les milieux de culture. Mais avant de publier ces derniers résultats, j'ai dû instituer une nouvelle série d'expériences de contrôle nécessitées par l'importance que des travaux récents paraissent accorder au rôle des microbes dans la circulation de l'azote à travers le monde organisé. Ces expériences sont actuellement en cours d'exécution.

---

# CULTURES DU CHAMP D'EXPÉRIENCES

## DE LA STATION AGRONOMIQUE DE LA SOMME

PAR

A. NANTIER
Directeur de la station.

La culture du blé à grands rendements, seule rémunératrice aujourd'hui, préoccupe déjà depuis quelque temps les cultivateurs ; aussi de nombreuses expériences ont été exécutées, un peu partout, non seulement pour montrer ce que peuvent donner les variétés améliorées, mais aussi pour étudier leurs qualités d'adaptation.

C'est dans ce but que nous avons installé, l'année dernière, un champ d'essais à Sénarpont, avec le bienveillant concours de M. Feuilloy, conseiller général.

Les expériences ont principalement porté sur les blés à hauts rendements déjà cultivés dans notre département et sur l'emploi des principaux engrais chimiques, dont l'usage est encore peu répandu dans cette région.

Le terroir de Sénarpont se prêtant particulièrement bien à ce genre de recherches, à cause des grandes différences qu'il présente dans sa composition ; deux champs furent créés : l'un dans la vallée, en terre argileuse, profonde et de bonne qualité ;

l'autre, sur le coteau, en sol très calcaire, aride et de peu d'épaisseur.

Chaque parcelle d'un are de surface était séparée de la parcelle suivante par un chemin de 1 mètre de largeur; condition importante pour éviter les erreurs dues à la diffusion des engrais sur les bords de chaque carré.

Tous les travaux ont été parfaitement exécutés, de façon à obtenir des résultats absolument comparatifs, seule qualité qu'on puisse demander à des essais de culture.

Chaque champ fut divisé en deux parties; dans l'une eut lieu la culture des différentes variétés de blés mises en expérience, sur une simple fumure de fumier de ferme, et dans l'autre partie, l'essai relatif aux engrais.

EXPÉRIENCES SUR QUELQUES VARIÉTÉS DE BLÉS.

| VARIÉTÉS CULTIVÉES. | RÉCOLTES A L'HECTARE | |
|---|---|---|
| | Terre argileuse. | Terre calcaire. |
| | Quintaux. | Quintaux. |
| Dattel | 43 | 14 |
| Lamed | 33 | 21 |
| Shireff | 29 | 19 |
| Aleph | 30 | 18 |
| Browick | 24 | 10 |
| Bordeaux | 32 | 30 |

En examinant ces résultats, on voit que dans la terre riche tous ces blés ont donné de bonnes récoltes; le Dattel se classant bon premier, puis les autres variétés venant ensuite avec des rendements peu différents, mais tous élevés, sauf pour le Browick qui ne nous a pas donné les résultats qu'il fournit habituellement.

Dans la terre calcaire les résultats ne sont plus les mêmes, tous les rendements sont relativement très faibles et le classement a changé; ici, c'est le blé de Bordeaux qui seul s'est maintenu à un rendement convenable et l'emporte de beaucoup sur les autres.

Ces essais ne peuvent évidemment pas à eux seuls servir à un classement; car il est facile de remarquer, en suivant les nombreux essais qui ont été faits antérieurement, que, souvent, l'un ou l'autre de ces blés a donné le plus fort rendement, suivant les conditions culturales dans lesquelles il s'est trouvé. D'ailleurs, beaucoup de bons cultivateurs accordent souvent leur préférence indistinctement à l'une ou l'autre de ces variétés.

Néanmoins, ce qui ressort nettement de ce simple essai, c'est que :

Toutes ces variétés donnent de bonnes récoltes; que le blé de Bordeaux, déjà très cultivé dans notre région, a fourni d'aussi bons résultats, meilleurs même que les blés les plus vantés, entre autres que le Shireff; enfin, et c'est là un point capital pour nous, que toutes ces variétés à hauts rendements ne réussissent pas en terres pauvres; il leur faut une terre riche, profonde, bien préparée, qui puisse mettre à leur disposition, dans un temps relativement court, une grande somme de principes fertilisants.

### Influence des engrais.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, deux autres champs furent installés en vue d'essayer et de montrer l'heureuse influence des principaux engrais chimiques sur la culture du blé.

La variété choisie fut celle de Bordeaux, elle reçut sur chaque parcelle les engrais indiqués dans le tableau ci-dessous; deux carrés sans engrais restant comme témoins.

Les phosphates et superphosphates furent enterrés à l'automne; les engrais solubles : nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque, chlorure de potassium, au printemps.

Au début, la terre fut analysée et nous donna la composition suivante :

| | AZOTE. | ACIDE phosphorique. | POTASSE. |
|---|---|---|---|
| Terre argileuse. | 2.07 | 1.34 | 2.37 |
| Terre calcaire... | 2.02 | 1.48 | 1.49 |

Les propriétés chimiques de ces deux sols sont donc sensible-

ment les mêmes, puisqu'ils ne diffèrent que par leur teneur en potasse qui, d'ailleurs, est assez élevée dans chacun d'eux.

Le premier est de bonne qualité, riche en azote et en potasse, mais un peu pauvre en acide phosphorique; le second, auquel on pourrait appliquer les mêmes observations si l'on ne tenait compte que de sa teneur centésimale en principes fertilisants, nous fournit un bon exemple de l'importance extrême qu'a sur la fertilité d'un sol sa constitution physique et son épaisseur, d'où dépendent absolument la quantité totale des matières utiles à la plante qu'il peut lui fournir.

Les résultats consignés plus loin vont démontrer très nettement ce fait par les écarts énormes de rendements qu'ils fournissent.

RÉCOLTES A L'HECTARE.

| | TERRE ARGILEUSE. | TERRE CALCAIRE. |
|---|---|---|
| | Quintaux. | Quintaux. |
| Témoin, sans engrais......... | 30 | 24 |
| 400 kil. nitrate de soude...... | 40 | 20 |
| 300 kil. sulfate d'ammoniaque. | » | 22 |
| 150 kil. chlorure de potassium. | 33 | 22 |
| 500 kil. superphosphate[1]..... | 41 | 19 |
| 400 kil. phosphate[1].......... | 40 | 22 |

Cette expérience nous a donné des résultats qui nous paraissent être des plus intéressants; elle montre d'abord que tous les engrais ont produit un heureux effet sur la terre riche et un résultat nul sur notre sol calcaire très perméable. Nous reviendrons plus loin sur ce fait important.

En examinant en détail les récoltes obtenues sur chaque parcelle, on voit que les engrais azotés ont produit le meilleur résultat[2]. Le nitrate donne 10 quintaux d'excédent, ce qui fait un bénéfice de 100 à 120 francs à l'hectare.

1. Correspondant à 60 kilogrammes d'acide phosphorique.

2. La récolte obtenue sur le carré au sulfate d'ammoniaque ayant été douteuse, nous n'en avons pas tenu compte.

Le chlorure de potassium n'a donné aucun bénéfice, l'emploi de la potasse dans ce sol est donc inutile, d'ailleurs la teneur de 2.37 est bien plus que suffisante pour satisfaire à tous les besoins de la plante.

Les engrais phosphatés, eux aussi, ont donné les meilleurs résultats puisque, qu'ils soient solubles ou insolubles, ils apportent 160 à 180 francs de bénéfice et nous fournissent un nouvel exemple de l'égale action fournie par les phosphates et les superphosphates en terre argileuse.

Qu'il nous soit permis de faire remarquer, en passant, que l'analyse avait prévu ces résultats par la faiblesse du taux d'acide phosphorique de ces sols, ce qui montre une fois de plus l'importance qu'a pour le cultivateur la connaissance de la richesse de la terre pour l'emploi raisonné et utile des engrais.

Dans ce terrain, l'emploi d'engrais azoté et phosphaté est donc avantageux.

Le second fait plus important peut-être qui ressort nettement de ces essais est l'inefficacité complète des engrais dans notre second champ qui pourtant, comme nous l'avons dit plus haut, présente la même richesse en azote et en acide phosphorique; ce qui montre bien la fâcheuse influence d'une trop grande perméabilité sur la diffusion et le drainage des engrais solubles ou solubilisés, dans une terre comme celle-ci, où ils ont été rapidement entraînés dans le sous-sol sans avoir pu être absorbés.

Cette expérience montre bien clairement avec quelle prudence on doit user des engrais sur les terres peu profondes, très perméables, ingrates, comme le sont souvent les sols crayeux, car il est rare d'en tirer le bénéfice qu'on peut attendre d'eux.

### Prairies irriguées.

Depuis longtemps déjà il existe dans la vallée de la Bresle toute une suite de prairies dans lesquelles on pratique l'irrigation et, soit dit en passant, grâce aux excellents travaux et à l'exemple donnés par MM. Feuilloy, qui ont ainsi puissamment contribué au perfectionnement et à la vulgarisation de cette pratique évidemment avantageuse.

Profitant de cette heureuse circonstance, il nous a semblé utile

de mettre sous les yeux des cultivateurs les énormes avantages produits par ce mode de culture, pour lequel nous ne pouvons entrer ici dans les détails assez complexes que comporte son organisation, nous bornant à rappeler qu'on les trouvera très bien exposés dans l'intéressant traité qu'a fait paraître M. Feuilloy, en 1882, chez Caudron, à Abbeville.

Nous dirons seulement qu'à Sénarpont on emploie le flottage, seul système rationnel pour les régions du Nord, où l'eau doit être surtout employée comme matière fertilisante et par conséquent en énorme quantité.

Les résultats suivants donnent une idée des avantages que procure l'irrigation.

| FOINS. | PRAIRIES | | |
|---|---|---|---|
| | IRRIGUÉES. | | NON IRRIGUÉES. |
| | Kil. | Kil. | Kil. |
| Première coupe......... | 5000 | 6600 | 1500 |
| Deuxième coupe... .... | 2700 | 3500 | nulle. |
| Récoltes totales........ | 7700 | 10.100 | 1500 |

Cette simple expérience fait voir, sans commentaire aucun, l'importance de l'eau dans la production des plantes herbacées, ce qui a fait répéter souvent cet aphorisme : « De l'eau, c'est de l'herbe. »

Et si l'on ajoute que l'herbe recueillie dans les parties submergées est de qualité bien supérieure à celle de l'autre parcelle; que la majorité des herbes de mauvaise qualité ont disparu, il sera démontré une fois de plus combien le cultivateur doit attacher d'importance à irriguer ses herbages toutes les fois qu'il dispose d'une quantité d'eau convenable, surtout aujourd'hui que la production de la viande a pris une importance prépondérante dans la production agricole.

Pour terminer la série d'essais auxquels M. Feuilloy a bien voulu prêter sa savante collaboration, il nous reste à donner les résultats d'une expérience qui démontrent combien il est

important d'enterrer les engrais insolubles pour en retirer un bénéfice :

Sur une prairie tourbeuse dont le sol avait la composition suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Azote | 4.81 | par kilogramme. |
| Acide phosphorique | 1.49 | |
| Potasse | 1.38 | |

par conséquent, manquant d'acide phosphorique, nous avons fait distribuer en couverture, en novembre, 400 kil. de phosphate de Pernes, 400 de Beauval et 400 de superphosphate, une parcelle reçut même 800 kil. de phosphate.

Etant donnés la composition de notre sol, les bons résultats que donnent presque toujours les engrais phosphatés sur les terres riches en matières organiques, nous espérions avoir des résultats très marqués. Il n'en a rien été. Ce qui tient un peu à la grande sécheresse de l'année, mais aussi sûrement à ce que les engrais n'ont pu être mélangés à la terre et par conséquent difficilement et lentement mis à la disposition de la plante.

Ce fait démontre donc bien, ainsi qu'on le sait déjà et que l'a démontré encore dernièrement M. Pétermann, qu'il est important, indispensable, surtout pour les engrais insolubles, de les mélanger au sol au moyen de l'extirpateur, même d'un bon labour.

Qu'il nous soit permis de penser que ces quelques essais, très bien conduits, il est vrai, par M. Feuilloy, encourageront de nombreux cultivateurs à se renseigner ainsi par des expériences faites directement sur leurs terres. C'est là le meilleur moyen d'arriver rapidement et sûrement à l'emploi rationnel des engrais et à s'épargner ainsi de nombreux déboires; à la condition cependant d'apporter une grande attention dans la conduite des essais, beaucoup plus délicate qu'on ne le croit généralement; sans quoi on s'exposerait alors à être trompé singulièrement et le résultat final serait absolument contraire, pourrait même entraîner dans des méthodes déplorables, ruineuses même.

# RICHESSE ET DENSITÉ DU BLÉ

PAR

A. PAGNOUL

Directeur de la Station agronomique du Pas-de-Calais.

La composition moyenne du blé peut être représentée ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Eau | 14.0 | |
| Matières azotées | 11.0 | |
| Amidon et dextrine | 70.5 | |
| Matières grasses | 1.2 | |
| Cellulose | 1.7 | 3.3 |
| Cendres | 1.6 | |
| Total | 100.0 | |

Les parties les plus importantes, au point de vue de l'alimentation, sont le gluten ou plus généralement les matières azotées dont la proportion peut varier presque du simple au double. Viennent ensuite l'amidon, la dextrine et les matières grasses auxquels on peut joindre l'acide phosphorique dont la présence est également nécessaire dans un aliment complet.

Jusqu'ici on s'est assez peu préoccupé de la compositon du blé dans l'appréciation de sa valeur; d'abord parce qu'il est plus simple de se baser sur les caractères extérieurs et ensuite parce qu'il faut tenir compte aussi de certaines qualités réclamées par les consommateurs : la blancheur de la farine, les quantités de son qui restent à la mouture, les facilités de la panification, la quantité de pain que l'on peut retirer d'un poids donné de farine, etc. Ainsi les blés durs provenant des pays chauds sont considérés comme les plus riches en azote et on leur préfère néanmoins les blés tendres pour la fabrication du pain parce qu'ils donnent une farine plus belle et un pain plus blanc.

Cet ensemble de conditions ne permet pas d'obtenir pour le blé une base d'évaluation aussi précise que pour la betterave par exemple dont la valeur est presque exclusivement représentée par la richesse en sucre. Mais si les matières azotées ne peuvent être pour le blé ce que le sucre est pour la betterave, elles devraient en représenter au moins la valeur principale. Il nous a donc paru utile d'appeler sur ce point spécial l'attention du commerce et des

cultivateurs, et c'est en conséquence au point de vue de la richesse en matières azotées des différentes variétés de blés que nous avons entrepris ce travail.

Remarquons d'ailleurs que l'humidité étant toujours représentée par un chiffre très voisin de 14 p. 100 et que l'ensemble de la cellulose et des cendres ne variant guère qu'entre 3 et 4, il suffit d'ajouter 17 ou 18 aux matières azotées et de retrancher de 100 la somme obtenue, pour avoir à peu près la proportion des matières hydrocarbonnées : amidon, dextrine et matières grasses.

Une autre question se rattache encore à cette détermination de la richesse en matières azotées des différentes variétés de blé récoltées en France ou importées des pays étrangers.

Nous venons de dire que la proportion moyenne de ces matières est de 11 p. 100 environ. La moyenne des 70 échantillons que nous avons essayés n'est même, pour le blé non desséché, que 10,43.

D'après quelques chiffres cités dans la culture du blé de M. Risler, elle serait de 10,56. Dans le récent travail de M. Aimé Girard sur les produits de la mouture, on trouve à peu près les mêmes chiffres.

D'un autre côté, dans un mémoire publié en 1849 par M. Péligot sur la composition du blé, on trouve comme moyenne des matières azotées le nombre 14,6, et 4 échantillons lui ont même donné une richesse allant de 15,3 à 21,5. Ces chiffres, il est vrai, ont été obtenus avec quelques échantillons choisis. Cependant il y aurait lieu de rechercher si les nouveaux procédés de culture, qui ont eu pour résultat d'accroître les rendements dans une proportion si considérable, n'ont pas eu en même temps pour effet de modifier la composition de la graine, et si les variétés à gros rendements ne seraient pas, comme pour la betterave, des variétés à richesses moindres. Il y a là évidemment une question à examiner.

Il y aurait lieu aussi de rechercher, comme on l'a fait pour la betterave, l'influence des engrais azotés, celle de la chaleur et de la lumière et par suite du climat sur cette production des matières azotées du grain.

C'est dans l'espérance de pouvoir étudier quelques-unes de ces questions que nous avons cru devoir entreprendre d'abord le travail que nous publions aujourd'hui sur la composition de différentes variétés.

Ce travail a porté sur 70 échantillons d'origines et de variétés diverses.

24 échantillons nous ont été remis par M. Deconinck, négociant à Arras, à qui l'agriculture est redevable de l'introduction d'un grand nombre de variétés nouvelles en France. 4 sont dus à M. Demiautte, 5 à M. Lefebvre, cultivateur à Vaulx-Vraucourt, 17 à M. Comon, professeur départemental d'agriculture, qui a organisé cette année pour la culture du blé un grand nombre de champs d'expériences dont les résultats, présentés au point de vue des rendements et des bénéfices culturaux, ont fait l'objet d'un intéressant rapport. Enfin MM. Caron et Doutremepuich, propriétaires à Arras d'importantes usines pour la mouture du blé, ont eu l'obligeance de nous procurer, l'un 9, l'autre 11 échantillons de blés exotiques de Russie, des Indes, d'Amérique, d'Égypte, d'Algéric et d'Australie.

L'azote a été déterminé, sur le blé réduit en farine, par le nouveau procédé de Kjeldahl. Plusieurs échantillons ont été aussi analysés par la chaux sodée afin de comparer les résultats qui ont toujours été sensiblement les mêmes. Les matières azotées ont été évaluées en multipliant le poids d'azote par 6,25.

L'humidité a été déterminée sur le blé lui-même laissé dans l'étuve à 105° jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids.

Nous avons négligé la détermination des cendres totales qui présente peu d'intérêt, mais il nous a paru utile de donner l'acide phosphorique, vu le rôle qu'il doit remplir dans l'alimentation. La calcination du blé présente quelques difficultés. Nous l'avions opérée d'abord dans un creuset de platine muni d'un ajutage qui permettait de faire arriver un courant d'oxygène. La combustion du charbon était ainsi complètement terminée au bout de 5 à 8 minutes, mais l'altération du creuset nous a fait soupçonner une déperdition de phosphore. Les déterminations ont donc été reprises en calcinant d'abord incomplètement et en traitant une première fois le résidu à l'ébullition avec un peu d'eau acidulée d'acide azotique. Le liquide était décanté sur un filtre et on ajoutait au résidu quelques gouttes de lait de chaux pour ramener le phosphate restant à l'état basique et empêcher la réduction. Une nouvelle calcination à une température plus élevée faisait disparaître le charbon et le résidu était de nouveau traité par l'eau acidulée. Le liquide recueilli était additionné de citrate d'ammoniaque et de liqueur magnésienne et l'acide phosphorique finalement dosé avec la liqueur d'urane. Cette seconde marche nous a toujours donné des résultats

supérieurs à ceux que nous avions obtenus par l'emploi de l'oxygène.

Les matières azotées, ainsi que l'acide phosphorique, ont été déterminées sur le blé non desséché. Nous en donnons aussi sur le tableau ci-joint les proportions calculées pour 100 de blé sec.

Il nous a paru utile aussi de joindre à ce tableau le nombre de grains contenus dans un poids de 10 grammes, le poids moyen du grain que nous exprimons en milligrammes pour n'avoir à écrire que des nombres entiers, le volume moyen exprimé en millimètres cubes et enfin la densité apparente et la densité réelle.

On tient compte, dans le commerce, de la densité du blé évalué en poids de l'hectolitre, mais on a ainsi une densité de convention qui ne représente pas bien exactement celle du grain lui-même. Le résultat varie, en effet, selon la manière d'introduire le grain dans la mesure et selon le tassement. Ainsi Isidore Pierre a trouvé les chiffres suivants pour les poids de l'hectolitre d'un blé :

| | |
|---|---|
| Sans tassement................................ | 76.5 |
| Après trois secousses................................ | 80.0 |
| Tassé jusqu'à refus................................ | 81.3 |

La forme des grains doit avoir aussi une certaine influence, car les vides ne doivent pas être les mêmes si les grains sont gros et courts ou s'ils sont minces et allongés.

Enfin il est impossible de déterminer le poids de l'hectolitre en n'opérant que sur quelques centaines de grammes; les conditions ne sont plus les mêmes si l'on a à verser le grain dans un décilitre ou dans un hectolitre.

Il nous a donc paru préférable de déterminer la densité du grain lui-même.

Cette densité a été obtenue, par la méthode du flacon : 1° sans faire sortir l'air interposé dans le grain, c'est ce que nous avons désigné sous le nom de *densité apparente;* 2° en chassant l'air au moyen du vide, ce qui nous a donné la *densité réelle,* c'est-à-dire la densité de la matière même qui constituait le grain non desséché, abstraction faite des pores.

L'opération pour plus de simplicité a été faite à 15°; la correction pour ramener à l'eau prise à 4° ne serait guère que d'une unité du dernier chiffre décimal, elle est donc sans importance, deux opérations faites avec des grains pris dans le même échantillon donnant généralement des différences plus grandes.

TABLEAU CONTENANT LES MATIÈRES AZOTÉES, L'ACIDE PHOSPHORIQUE, L'HUMIDITÉ, LE VOLUME ET LA DENSITÉ DE SOIXANTE-DIX VARIÉTÉS DE BLÉ RANGÉES DANS L'ORDRE DES RICHESSES CROISSANTES EN AZOTE.

(*Analyses effectuées à la station agronomique du Pas-de-Calais*).

| | DÉSIGNATION. | NOMBRE de grains contenus dans 10 grammes. | POIDS du grain en milli-grammes. | VOLUME du grain en milli-mètres cubes. | DENSITÉ apparente du grain humide. | DENSITÉ réelle du grain humide. | DENSITÉ réelle du grain sec. | 100 DE BLÉ non desséché contiennent : Eau. | Matières azotées. | Acide phosphorique. | 100 DE BLÉ SEC contiennent : Matières azotées. | Acide phosphorique. | MOYENNES par groupes de 5 : Matières azotées. | Densité du grain sec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Square head roux à paille blanche. Epi carré (de Norfolck). | 220 | 45 | 36 | 1.267 | 1.337 | 1.413 | 13.80 | 7.87 | 0.616 | 9.13 | 0.714 | | |
| 2 | Square head Schireff........ .. | 220 | 45 | 34 | 1.303 | 1.369 | 1.455 | 13.88 | 8.31 | 0.608 | 9.64 | 0.705 | | |
| 3 | Acclimaté Schottifcher weizen. | 206 | 48 | 36 | 1.299 | 1.365 | 1.449 | 15.00 | 8.31 | 0.752 | 9.77 | 0.884 | 9.67 | 1.445 |
| 4 | Bourbourg paille blanche...... | 203 | 49 | 37 | 1.318 | 1.395 | 1.485 | 13.34 | 8.50 | 0.710 | 9.80 | 0.819 | | |
| 5 | Blé d'Egypte................. | 248 | 40 | 32 | 1.246 | 1.354 | 1.425 | 12.46 | 8.75 | 0.704 | 10.00 | 0.804 | | |
| 6 | Rivet roux barbu............. | 218 | 45 | 37 | 1.216 | 1.317 | 1.388 | 13.90 | 8.75 | 0.504 | 10.12 | 0.585 | | |
| 7 | Blanc roseau de Bergues, grains les plus blancs............. | 198 | 50 | 40 | 1.270 | 1.380 | 1.490 | 16.30 | 8.56 | 0.520 | 10.22 | 0.621 | | |
| 8 | Challange Lavoye............. | 230 | 43 | 33 | 1.297 | 1.368 | 1.472 | 16.22 | 8.75 | 0.600 | 10.44 | 0.716 | 10.38 | 1.459 |
| 9 | Hardcastle webb....... ...... | 212 | 47 | 35 | 1.309 | 1.379 | 1.493 | 16.78 | 8.75 | 0.520 | 10.51 | 0.624 | | |
| 10 | Clubbhead roux, paille blanche, épi carré.................. | 228 | 44 | 34 | 1.293 | 1.369 | 1.454 | 13.80 | 9.18 | 0.488 | 10.62 | 0.566 | | |
| 11 | Kissingland blanc à paille blanche, épi carré.......... | 241 | 41 | 32 | 1.300 | 1.386 | 1.475 | 13.56 | 9.18 | 0.656 | 10.62 | 0.758 | | |
| 12 | Challange blanc.............. | 208 | 48 | 37 | 1.291 | 1.377 | 1.467 | 14.00 | 9.18 | 0.944 | 10.69 | 1.097 | | |
| 13 | Hunter blanc à paille blanche. | 248 | 40 | 31 | 1.302 | 1.381 | 1.478 | 14.80 | 9.18 | 0.600 | 10.75 | 0.704 | 10.75 | 1.477 |
| 14 | D'Alexandrie................. | 250 | 40 | 32 | 1.254 | 1.382 | 1.450 | 11.00 | 9.62 | 0.752 | 10.81 | 0.844 | | |
| 15 | Rough chaff webb............. | 206 | 48 | 36 | 1.332 | 1.403 | 1.516 | 15.66 | 9.18 | 0.680 | 10.88 | 0.815 | | |
| 16 | Hunters white weat webb..... | 230 | 43 | 33 | 1.297 | 1.378 | 1.492 | 16.88 | 9.18 | 0.512 | 11.04 | 0.615 | | |
| 17 | Blanc d'Armentières.......... | 218 | 45 | 34 | 1.306 | 1.388 | 1.475 | 13.26 | 9.62 | 0.737 | 11.09 | 0.849 | | |
| 18 | Champion blanc à paille blanche, épi carré................... | 232 | 43 | 34 | 1.279 | 1.373 | 1.472 | 13.80 | 9.02 | 0.680 | 11.13 | 0.788 | 11.14 | 1.483 |
| 19 | Goldendrop roux à paille rousse. | 222 | 45 | 34 | 1.322 | 1.397 | 1.495 | 14.20 | 9.62 | 0.648 | 11.19 | 0.755 | | |
| 20 | Ecossais roux, paille blanche, épi carré.................. | 210 | 46 | 35 | 1.309 | 1.386 | 1.483 | 14.50 | 9.62 | 0.720 | 11.26 | 0.842 | | |
| 21 | Nursery roux à paille blanche. | 184 | 54 | 42 | 1.289 | 1.340 | 1.434 | 14.50 | 9.62 | 0.536 | 11.26 | 0.626 | | |
| 22 | California Sonora............. | 302 | 33 | 24 | 1.365 | 1.421 | 1.501 | 11.28 | 10.06 | 0.700 | 11.34 | 0.856 | | |
| 23 | Drobsteler weizen Metz........ | 198 | 50 | 37 | 1.321 | 1.381 | 1.470 | 14.08 | 9.90 | 0.672 | 11.40 | 0.782 | 11.37 | 1.483 |
| 24 | Victoria webb................ | 212 | 47 | 35 | 1.321 | 1.303 | 1.504 | 13.82 | 9.62 | 0.616 | 11.42 | 0.731 | | |
| 25 | [illegible] Metz............ | 278 | 35 | 26 | [illegible] | [illegible] | 1.504 | 15.90 | 9.02 | [illegible] | 11.44 | 0.818 | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | épi long | 198 | 50 | 38 | 1.315 | 1.383 | 1.470 | 14.20 | 10.06 | 0.880 | 11.69 | 1.095 | 11.72 | 1.472 |
| 34 | Blanc de Bergues | 234 | 49 | 31 | 1.316 | 1.300 | 1.450 | 14.80 | 10.06 | 0.730 | 11.80 | 0.803 | | |
| 35 | Roseau de Bergues, épi carré court | 221 | 45 | 35 | 1.292 | 1.391 | 1.499 | 14.80 | 10.06 | 0.648 | 11.81 | 0.760 | | |
| 36 | Porion, épi carré | 192 | 58 | 39 | 1.310 | 1.397 | 1.505 | 15.26 | 10.00 | 0.544 | 11.87 | 0.641 | | |
| 37 | Bombay blanc club I | 280 | 35 | 26 | 1.342 | 1.412 | 1.492 | 11.54 | 10.62 | 0.760 | 12.00 | 0.859 | | |
| 38 | Kissingland, épi carré, Platiau | 163 | 61 | 46 | 1.308 | 1.386 | 1.492 | 15.60 | 10.18 | 0.776 | 12.06 | 0.919 | 12.02 | 1.494 |
| 39 | Chabb roux, paille rousse | 202 | 49 | 33 | 1.305 | 1.390 | 1.482 | 13.72 | 10.50 | 0.728 | 12.06 | 0.843 | | |
| 40 | Zull weizen Metz | 258 | 38 | 29 | 1.295 | 1.397 | 1.498 | 14.52 | 10.25 | 0.776 | 12.11 | 0.907 | | |
| 41 | Walla Orégon | 340 | 29 | 22 | 1.330 | 1.400 | 1.490 | 13.12 | 10.62 | 0.848 | 12.22 | 0.976 | | |
| 42 | Blanc velouté, épi carré | 241 | 41 | 32 | 1.310 | 1.391 | 1.487 | 14.20 | 10.50 | 0.752 | 12.24 | 0.876 | | |
| 43 | Victoria blanc à paille blanche | 254 | 30 | 30 | 1.312 | 1.399 | 1.499 | 14.40 | 10.50 | 0.536 | 12.25 | 0.626 | 12.27 | 1.494 |
| 44 | Browick prolific à paille rouge | 265 | 38 | 29 | 1.281 | 1.398 | 1.500 | 14.54 | 10.50 | 0.760 | 12.28 | 0.889 | | |
| 45 | Challange | 226 | 44 | 33 | 1.330 | 1.398 | 1.492 | 13.70 | 10.68 | 0·648 | 12.37 | 0.750 | | |
| 46 | Banat Russie | 276 | 36 | 27 | 1.330 | 1.406 | 1.485 | 12.16 | 10.94 | 0.808 | 12.45 | 0.919 | | |
| 47 | Prince Albert, blanc, paille blanche, grand rendement | 220 | 46 | 35 | 1.313 | 1.387 | 1.475 | 13.46 | 10·93 | 0.656 | 12.62 | 0.758 | 12.72 | 1.494 |
| 48 | Hasselburger weizen | 200 | 50 | 37 | 1.328 | 1.388 | 1.432 | 14.10 | 10.93 | 0.560 | 12.72 | 0.654 | | |
| 49 | De Bombay club I | 264 | 37 | 27 | 1.341 | 1.416 | 1.523 | 14.52 | 10.94 | 0.656 | 12.80 | 0.767 | | |
| 50 | Goldendrop webb | 194 | 51 | 38 | 1.317 | 1.398 | 1.506 | 15.94 | 10.93 | 0.528 | 13.00 | 0.627 | | |
| 51 | Mold's prolific | 224 | 44 | 32 | 1.337 | 1.417 | 1.524 | 14.50 | 11.12 | 0.640 | 13.00 | 0.748 | | |
| 52 | De Braïla Russie | 296 | 33 | 24 | 1.339 | 1.401 | 1.487 | 12.66 | 11.37 | 0.776 | 13.02 | 0.888 | | |
| 53 | Roux de Bourbourg | 196 | 51 | 39 | 1.317 | 1.408 | 1.528 | 16.20 | 10.93 | 0.600 | 13.06 | 0.715 | 13.09 | 1.510 |
| 54 | De Pologne | 292 | 34 | 25 | 1.323 | 1.407 | 1.505 | 13.84 | 11.37 | 0.752 | 13.18 | 0.872 | | |
| 55 | D'Odessa | 312 | 32 | 24 | 1.334 | 1.411 | 1.509 | 13.74 | 11.37 | 0.688 | 13.18 | 0.798 | | |
| 56 | Blanc à paille rouge, très rare et très recherché | 216 | 46 | 35 | 1.316 | 1.403 | 1.501 | 14.00 | 11.37 | 0.632 | 13.25 | 0.734 | | |
| 57 | Blanc de Bergues | 264 | 38 | 29 | 1.285 | 1.395 | 1.494 | 14.33 | 11.37 | 0.680 | 13.27 | 0.793 | | |
| 58 | Froment roux de Bourbourg | 234 | 43 | 32 | 1.317 | 1.393 | 1.498 | 14.48 | 11.37 | 0.680 | 13.29 | 0.795 | 13.37 | 1.492 |
| 59 | Plata | 296 | 33 | 25 | 1.307 | 1.386 | 1.462 | 12.00 | 11.81 | 1.016 | 13.42 | 1.154 | | |
| 60 | Goldendrop roux à paille rousse, fort rustique | 204 | 49 | 37 | 1.341 | 1.408 | 1.503 | 13.40 | 11.81 | 0.688 | 13.63 | 0.794 | | |
| 61 | Froment roux de Saint-Pol | 240 | 42 | 32 | 1.283 | 1.384 | 1.482 | 14.70 | 11.81 | 0.752 | 13.84 | 0.881 | | |
| 62 | Roux d'hiver d'Amérique du Nord | 346 | 29 | 21 | 1.337 | 1.393 | 1.484 | 13.00 | 12.03 | 0.806 | 13.92 | 1.002 | | |
| 63 | De Californie | 370 | 27 | 20 | 1.338 | 1.422 | 1.511 | 12.26 | 12.25 | 0.856 | 13.96 | 0.975 | 13.93 | 1.506 |
| 64 | Blanc roseau de Bergues, grains les plus roux | 168 | 59 | 45 | 1.322 | 1.416 | 1.542 | 16.40 | 11.68 | 0.520 | 13.97 | 0.692 | | |
| 65 | De Bombay dur | 238 | 42 | 32 | 1.307 | 1.401 | 1.513 | 15.58 | 11.81 | 0.608 | 13.99 | 0.720 | | |
| 66 | Roux d'hiver d'Amérique | 306 | 32 | 25 | 1.306 | 1.406 | 1.500 | 13.40 | 12.25 | 0.848 | 14.14 | 1.085 | | |
| 67 | Dur d'Algérie | 264 | 37 | 27 | 1.350 | 1.418 | 1.487 | 10.00 | 13.12 | 0.720 | 14.57 | 0.800 | | |
| 68 | D'Irka | 380 | 26 | 19 | 1.343 | 1.416 | 1.505 | 12.50 | 14.43 | 0.736 | 16.50 | 0.841 | 15.96 | 1.496 |
| 69 | De Sébastopol | 404 | 24 | 18 | 1.339 | 1.405 | 1.502 | 13.78 | 14.44 | 0.640 | 16.74 | 0.742 | | |
| 70 | D'Australie | 246 | 40 | 30 | 1.351 | 1.417 | 1.487 | 10.14 | 16.06 | 0.600 | 17.87 | 0.667 | | |
| | MOYENNES | 240 | 41 | 32 | 1.311 | 1.390 | 1.485 | 14.40 | 10.43 | 0.661 | 12.136 | 0.7695 | 12.136 | 1.485 |

On pesait donc le flacon plein d'eau distillée à 15°, puis on le pesait de nouveau après y avoir introduit 5 grammes de blé. On avait la densité apparente en divisant 5 grammes par le poids de l'eau déplacée. On enlevait ensuite un peu d'eau, on portait à l'ébullition sous la cloche d'une machine de Carré en faisant le vide à quelques millimètres, on remplissait le flacon en ramenant encore à 15° et on déterminait de nouveau le poids de l'eau déplacée.

Le quotient obtenu en divisant 5 grammes par ce poids était la densité du grain, abstraction faite de ses pores, mais avec l'eau préexistante, c'est-à-dire qu'elle ne représentait pas encore la densité même des parties constituantes du grain. Or il était impossible d'obtenir cette densité en ayant recours à une dessiccation préalable à 100°. Cette température aurait certainement modifié la structure du grain et par suite sa densité. Nous nous sommes donc borné à déduire cette densité de la précédente par le calcul.

Si nous représentons par P le poids des différents corps qui constituent le grain, et par P' leur volume, c'est-à-dire le poids de l'eau qu'elles peuvent déplacer, par $p$ le poids de l'humidité, c'est-à-dire de l'eau interposée, par $v$ le volume des pores occupés par l'air

$$\frac{P + p}{P' + p + v}$$

sera la densité que nous avons désignée sous le nom de densité apparente du grain non desséché;

$$\frac{P + p}{P' + p}$$

sera la densité réelle

et $\frac{P}{P'}$ sera la densité réelle du grain sec, c'est-à-dire des substances solides qui le constituent.

Il suffit donc de retrancher $p$ aux deux termes du rapport qui représente la densité du grain humide, pour avoir celle du grain sec.

Ainsi supposons que 1,408 soit la densité réelle d'un blé contenant 13,4 d'eau pour 100. Cette densité peut être représentée par le rapport $\frac{140,80}{100,00}$

Or si 100 de ce blé contiennent 13,4 d'eau, 140,80 en contiendront $13,4 \times 1,408 = 18,87$. La valeur de $p$ est donc ici 18,87 et

on aura par conséquent la densité du grain sec en retranchant ce nombre aux deux termes du rapport précédent, ce qui donnera

$$\frac{140.80 - 18.87}{100.00 - 18.87} = \frac{121.93}{81.13} = 1.503$$

Le tableau ci-joint donne les résultats obtenus rangés dans l'ordre des richesses croissantes en matières azotées.

En comparant les densités avec les richesses en azote, on voit qu'elles ont une tendance à s'accroître ensemble, mais que cet accroissement simultané est loin de se faire d'une manière régulière et continue. La densité se trouve bien dans une certaine dépendance par rapport à la richesse en azote, mais elle doit dépendre aussi d'autres circonstances qui troublent la relation.

Pour mieux faire saisir la liaison qui paraît exister entre ces deux variables : richesse et densité, nous avons inscrit dans les deux dernières colonnes du tableau les moyennes calculées par groupes de 5. Les grands écarts sont ainsi évités, mais cependant l'accroissement de densité, quoique très sensible, n'est pas encore continu. Ainsi le dernier échantillon particulièrement a donné pour la densité un chiffre fort faible relativement à celui de la richesse, ce qui abaisse la dernière moyenne. Nous ferons observer d'ailleurs que les chiffres qui présentaient ainsi quelque chose d'anormal ont toujours été vérifiés par une seconde expérience.

En résumé, si nous réunissons les 7 premiers groupes et les 7 derniers, nous obtenons comme moyennes :

| | | |
|---|---|---|
| Pour les matières azotées............ | 10.936 | 13.337 |
| Pour les densités.................... | 1.473 | 1.498 |

ce qui donne comme moyennes générales :

| | |
|---|---|
| Matières azotées pour 100 de blé sec................. | 12.136 |
| Densité de la matière sèche......................... | 1.485 |

Les moyennes générales pour 100 de blé non desséché ont été :

| | |
|---|---|
| Pour les matières azotées, de... ...,................ | 10.43 |
| Et pour l'humidité, de............................ | 14.10 |

Cherchons maintenant les relations qui existent entre la richesse en azote et l'acide phosphorique. L'inspection des chiffres obtenus ne nous indique encore aucune proportionnalité, mais, si nous divisons, de même que tout à l'heure, les résultats obtenus en groupes

de 5, nous obtenons pour les moyennes des 14 groupes rangés dans l'ordre des richesses croissantes en matières azotées :

| | | |
|---|---|---|
| | 0.785 | 0.834 |
| | 0.622 | 0.823 |
| | 0.844 | 0.744 |
| | 0.770 | 0.804 |
| | 0.762 | 0.854 |
| | 0.638 | 0.840 |
| | 0.637 | 0.815 |
| Moyennes : | 0.722 | 0.817 |

La richesse moyenne des sept premiers groupes est donc de 0,722 d'acide phosphorique pour 100 de blé sec et la moyenne des sept autres est de 0,817, ce qui donne une moyenne générale de 0,7695.

L'azote et l'acide phosphorique ont donc une tendance à s'accumuler ensemble dans le grain sans qu'il existe cependant entre eux un rapport constant.

Si enfin nous cherchons comment varient les volumes du grain en rangeant encore de la même manière les moyennes des 14 groupes, évaluées en millimètres cubes, nous obtenons :

| | | |
|---|---|---|
| | 35 | 36 |
| | 36 | 29 |
| | 34 | 29 |
| | 34 | 29 |
| | 33 | 32 |
| | 35 | 30 |
| | 36 | 24 |
| Moyennes : | 34.7 | 29.8 |

Le volume moyen est donc, pour les sept premiers groupes, de 34,7 et pour les sept autres, de 29,8, ce qui représente une moyenne générale de 32,2. Donc, en général, les grains les plus petits sont les plus riches.

D'après le classement des différentes variétés contenues dans le tableau ci-joint, il ne semble pas que les variétés cultivées dans nos régions soient inférieures, au point de vue de leur richesse en azote, à celles qui sont importées des pays méridionaux. Ainsi, à part les échantillons d'Irka, de Sébastopol et d'Australie qui ont donné des résultats exceptionnels, le froment roux de Saint-Pol, par exemple, occuperait le dixième rang et le blé Porion à épi carré, avec lequel MM. Porion et Dehérain ont obtenu des résultats si remarquables

au point de vue du rendement, occupe encore le milieu de la série, tandis que nous voyons les blés d'Égypte et d'Alexandrie en tête de notre liste, c'est-à-dire dans les derniers rangs par rapport à la richesse. Remarquons encore que la richesse en azote paraît dépendre plutôt des conditions de la culture que de la variété. Ainsi les divers échantillons de blé de Bourbourg inscrits sur le tableau s'élèvent depuis les derniers rangs jusqu'aux premiers et il en est de même du blé de Bergues.

Nous citerons encore une observation intéressante à l'occasion du blé de Bergues. L'échantillon qui nous a été remis, quoique provenant d'une même gerbe, se composait de grains dont la nuance différait sensiblement. Or, en opérant séparément sur les grains les plus blancs et sur les grains les plus roux, les premiers, inscrits sous le n° 7 du tableau, nous ont donné en matières azotées pour 100 de sec 10,22; les autres, inscrits sous le n° 64, en contenaient 13,97.

Ces différences considérables tiennent-elles à la situation du grain dans l'épi, à une différence de maturité ou à d'autres causes. Rien ne nous permet de répondre à cette question pour le moment, mais il serait intéressant de vérifier le fait sur de nouveaux exemples, de rechercher les différences de richesses que présente le grain à ses divers degrés de maturité, de comparer de nouveau des grains de différentes nuances et de même origine, de vérifier aussi si, comme on l'admet, les grains minces et allongés sont plus riches que les grains gros et courts, de comparer les grains prélevés sur une même tige et provenant d'épis grêles ou d'épis forts et bien fournis, les grains prélevés sur les mêmes épis aux extrémités ou dans la partie moyenne, etc. Enfin, comme nous l'avons dit au commencement de cette note, il serait surtout important de rechercher, au point de vue de la richesse du grain, la part d'influence que peuvent avoir la variété, la culture, la richesse du sol, et les conditions de température, de lumière et d'humidité auxquelles la plante se trouve soumise pendant le cours de son développement.

La note que nous publions aujourd'hui n'est donc que la première partie d'une étude que nous espérons pouvoir poursuivre.

Nous résumerons de la manière suivante les résultats inscrits dans le tableau qui précède et les conclusions qui nous semblent pouvoir s'en déduire. L'humidité a varié de 10,00 à 16,88 p. 100, donnant une moyenne de 14,1.

Les matières azotées ont varié : pour le grain non desséché, de 7,87 à 16,06 avec une moyenne de 10,43 et pour le grain sec de 9,13 à 17,87 ; moyenne 12,136.

L'acide phosphorique a donné pour le grain non desséché des chiffres variant de 0,448 à 1,016, avec une moyenne de 0,661, et pour le grain sec de 0,533 à 1,154, avec une moyenne de 0,769.

Le nombre des grains pour 10 grammes a été de 162 à 404 ; moyenne 240.

Le poids du grain en milligrammes de 24 à 61 ; moyenne 41.

Le volume du grain en millimètres cubes, de 18 à 46 ; moyenne 32.

La richesse en azote et la densité tendent à s'accroître ensemble mais d'une manière irrégulière et sans qu'il existe entre elles aucun rapport constant.

Il en est de même pour l'acide phosphorique ; l'ensemble des échantillons les plus riches en azote donne en même temps la moyenne la plus élevée en acide phosphorique, mais il n'existe aucun rapport constant entre ces deux corps pour les échantillons pris individuellement.

Il n'y a aucune relation constante entre la grosseur et la richesse du grain. Cependant l'ensemble des variétés à gros grains est moins riche que l'ensemble des variétés à petits grains.

La richesse en azote paraît dépendre plutôt de la culture et des conditions météorologiques que de la variété. Les échantillons appartenant à une même variété occupent en effet des rangs très divers dans le tableau des résultats.

On peut obtenir des différences de richesses très grandes en séparant d'un même échantillon les grains d'aspect différent ; par exemple les plus roux et les plus blancs.

Les blés des contrées méridionales ne sont pas toujours les plus riches ; ainsi deux blés d'Égypte et d'Alexandrie se trouvent dans les derniers rangs par rapport aux matières azotées, tandis que le froment roux de Saint-Pol est dans les premiers.

Le rendement paraît pouvoir se concilier avec la richesse ; ainsi le blé Porion à épi carré qui a donné de si forts rendements, présente encore une richesse qui est à peu près la moyenne générale.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**Recherches expérimentales sur la formation d'amidon dans les plantes aux dépens de solutions organiques**, par M. E. LAURENT[1]. — En même temps que M. Arth. Meyer[2] publiait son travail, M. Laurent annonçait les résultats qu'il avait obtenus pendant la même année 1885. Nous avons même pu faire suivre l'analyse du travail de l'auteur allemand d'un petit paragraphe qui atteste cette coïncidence. M. Laurent opérait non sur des portions de feuilles, mais sur des tiges de pommes de terre étiolées qui avaient épuisé leurs réserves au point quedes coupes faites à différentes hauteurs ne présentaient plus de traces d'amidon. Les tiges étaient ensuite plongées par leur base dans la solution nourricière et abandonnées dans un endroit obscur. La liste des solutions que l'auteur a offertes à ces tiges de pomme de terre occupe trois pages en petit texte, sans compter que la plupart des substances ont été employées à des degrés de concentration variant, selon les cas, de 0,2 à 20 pour cent. Étant donné le très petit nombre des résultats positifs, il faut reconnaître que l'auteur a fait preuve de beaucoup de courage et de patience ou, pour mieux dire, de cette qualité du vrai savant qui consiste à se sentir aussi heureux d'une réponse négative de l'expérience que d'une réponse positive.

Dans la pomme de terre sept corps peuvent être transformés en amidon; ce sont : la glycérine, la dextrose, la lévulose, la galactose, la saccharose, la lactose et la maltose. Tous, sauf la glycérine, sont des sucres.

Si l'on compare ces résultats à ceux qu'a obtenus M. Meyer, on voit que sauf pour la lactose et pour quelques résultats exceptionnels (mannite pour les Oléacées, dulcite pour le fusain), il y a concordance parfaite.

Il serait peu exact d'admettre à priori que les corps qui ne sont pas utilisés pour la formation d'amidon soient sans action utile sur l'alimentation des végétaux à chlorophylle. C'est pour cette raison que l'auteur a eu soin de noter les effets de chaque solution sur la vie des tiges mises en expérience. Il marquait en effet dès le début un point à l'encre de Chine à cinq centimètres du sommet du rameau afin de pouvoir s'assurer s'il y a eu ou non un allongement. Les exemples d'accroissement provoqué par des solutions dépourvues de pouvoir amylogène sont extrêmement rares. L'auteur se propose de revenir sur ce sujet et, d'une manière plus générale, sur l'absorption des matières organiques du sol par les racines des plantes cultivées.

Enfin une substance offerte à la plante peut lui être utile sans provoquer ni son allongement, ni la formation des réserves nutritives, mais en servant de combustible respiratoire. M. Duclaux nous a montré en effet que l'alcool, l'acide acétique et même l'acide oxalique sont brûlés par l'*Aspergillus niger;* que ce sont là de véritables aliments d'entretien avec lesquels ce champignon ne pourrait que péniblement édifier de la matière vivante, mais qui, par leur

1. Bruxelles, 1888, in-8; 32 pages.
2. Voy. *Ann. agron.*, t. XII, p. 209.

combustion, peuvent développer assez d'énergie pour servir à l'entretien d'organes déjà formés.

**Sur le travail chlorophyllien chez les plantes privées de chlorophylle**, par HUEPPE[1]. — Les différences physiologiques qualitatives que nous trouvons si nettement accusées chez les végétaux, par exemple l'existence ou l'absence du travail chlorophyllien, ont-elles apparu de suite avec toute leur intensité ou bien se sont-elles différenciées en partant d'un petit nombre d'actions fondamentales? Il semble bien, au point de vue de la science moderne, qu'on doive se prononcer pour la seconde alternative. C'est ce que fait l'auteur après avoir particulièrement étudié les bactéries sous le rapport de leurs relations phylétiques. Il y a, par exemple, de bonnes raisons pour admettre que la chlorophylle telle que nous la connaissons est précédée de formes moins parfaites, mais mieux adaptées à la lumière que le protoplasme non différencié.

Une bactérie nitrifiante, d'après une observation de Heraeus, confirmée par l'auteur, et qui ne laisse rien voir de particulier au spectroscope, est capable de décomposer l'acide carbonique et d'employer le carbone à la synthèse d'hydrates de carbone. En effet, du carbonate d'ammoniaque est décomposé en ammoniaque, aldéhyde et oxygène. Il semble que l'oxygène naissant, mis en liberté par le végétal, soit plus apte à oxyder l'ammoniaque et que ce pouvoir oxydant apparent soit très intimement lié à l'activité vitale de la bactérie.

Les réactions peuvent être exprimées ainsi :

$$1).\ (Az\ H^4)^2\ CO^3 = 2AzH^3 + CH^2O + 2O$$
$$2).\ 6\ CH^2O - H^2O = C^6H^{10}O^5$$
$$3).\ AzH^3 + 2O_2 = HAzO^3 + H^2O.$$

Il reste à savoir de quelle manière le groupe aldéhyde s'accroît; s'il se forme d'abord du sucre qui donnerait ensuite la cellulose des champignons par déshydratation. Il paraît au contraire acquis en principe que la décomposition de l'acide carbonique n'est pas nécessairement liée à un dérivé différencié du protoplasme, tel que la chlorophylle.

**La formation des cristaux d'oxalate de chaux dans la cellule végétale**, par M. J.-H. WAKKER[2]. — Le dépôt d'oxalate de chaux, l'une des manifestations les plus apparentes de la métamorphose des principes immédiats, semble enfin attirer l'attention des physiologistes. Nous ne savions pas encore très bien en quelle partie du végétal se dépose ce sel insoluble. Autrefois on discutait la question de savoir si c'est à l'intérieur des cellules ou entre les cellules, c'est-à-dire dans les méats; cette dernière hypothèse étant depuis longtemps abandonnée (et les jeunes botanistes l'ignorent peut-être même complè-

1. Soixantième réunion des naturalistes et des médecins allemands, à Wiesbade, 21 septembre 1887.

2. *De vorming der kristallen van oxalzure Kalk in de plantencel*. Notice préliminaire, *Maandblad voor Natuurwetenschapen*, 1886, n° 7 (en hollandais). *Bot. Centrabl.*, XXXIII p. 360.

tement), il reste à examiner dans quelle partie de la cellule ce dépôt s'opère. Il paraît qu'il y a trois cas à distinguer : à la face externe de la paroi cellulaire, dans l'épaisseur de cette paroi, et enfin à l'intérieur de la cavité cellulaire [1]. D'après l'auteur on croyait jusqu'à présent que les cristaux prennent naissance dans le sein même du protoplasma, mais il vient nous montrer qu'ils se forment dans le suc cellulaire, c'est-à-dire en dehors de l'influence directe de la vie.

Si jeunes que fussent les cellules que l'auteur a observées soit à l'état vivant, dans une solution de sucre à 4 p. 100, soit dans une solution de salpêtre à 10 p. 100 teinte par l'éosine, les cristaux se sont toujours trouvés dans la vacuole. Il suffit du reste de coucher le microscope pour voir les cristaux descendre dans les parties déclives de la cellule, une preuve qu'ils ne peuvent pas être empâtés dans le protoplasme. Il a été constaté de cette manière que trente-quatre formes de cristaux, appartenant à vingt-neuf espèces différentes, naissent toujours dans les vacuoles. On cite un certain nombre de cas où de petits cristaux sont entraînés par les courants protoplasmiques, mais il a été facile de voir que cette anomalie apparente ne tient qu'à l'accolement de ces cristaux à la paroi de la vacuole qui est elle-même mise en mouvement par le protoplasme.

**De l'influence de l'oxygène à haute pression sur l'accroissement des plantes**, par M. Stef. Jentys[2]. — Le laboratoire de physiologie végétale de l'université de Tubingue possède un appareil qui permet de faire végéter des plantes dans un gaz quelconque comprimé, grâce à la forte pression de l'eau de la ville, jusqu'à 7,5 atmosphères. M. Johannsen s'était déjà servi de cet appareil dans ses recherches sur l'influence de la pression sur l'émission de l'acide carbonique. Quelques expériences qui ont été faites à une pression plus forte ont nécessité l'emploi d'une pompe de compression.

Les gaz préparés d'avance ont été purifiés avec soin afin d'éviter l'action vénéneuse de certaines impuretés, telles que le chlore dans l'oxygène ; mais comme on en employait de grandes quantités et qu'on était obligé de les conserver dans des gazomètres, ils se sont sans aucun doute souillés d'une petite quantité de gaz atmosphériques tenus en dissolution dans l'eau. Il est clair que ces très faibles altérations de la composition de l'atmosphère artificielle n'ont pu, en aucune façon, troubler les résultats.

Les jeunes plantules de fève, de soleil, de pois, de sarrazin, de radis, ont été d'abord marquées d'un trait de repère. On mesurait avant et après l'expérience la longueur de la partie terminale, située au delà de ce trait. Quand il s'agissait de l'accroissement des racines et de celui du *Phycomyces nitens*, cultivé sur de petits cubes de terre poreuse imbibés de jus de pruneaux, on se servait au contraire d'un microscope horizontal.

A part les erreurs de lecture qui disparaissent dans les moyennes, les causes d'erreur résident avant tout dans l'individualité des plantes, ensuite dans les courbures qui peuvent se produire. Quant aux différences individuelles

1. *Ueber den Einfluss hoher Saverstoffpressungen auf das Wachsthum der Pflanzen*. — *Untersuch. aus d. bot. Institut zu Tübingen*, t. II, p. 419-464.

2. On pourrait discuter cette classification ; mais son intérêt n'est pas assez puissant pour que nous nous y arrêtions.

existant entre des plantes qu'on doit comparer, l'auteur a cherché à les écarter autant que possible par un choix sévère des plantules. Il est parvenu à former des groupes de plantules qui, s'accroissant dans les conditions ordinaires, ont à peine différé de 0mm,1. On a évité les courbures héliotropiques en entourant l'appareil d'un drap noir. Les autres courbures, celles du *Phycomyces* par exemple, ne pouvaient être évitées. Dans ce cas l'auteur n'a pas tenu compte de l'expérience.

Les expériences sont classées de la manière suivante:

A. Tiges: I, fortes pressions d'oxygène ; II, faibles pressions d'oxygène.

B. Racines.

C. *Phycomices*.

Les résultats sont contenus dans une multitude de tableaux qui occupent vingt-deux pages.

Nous nous abstiendrons ici de citer les données numériques pour nous en tenir à l'exposé général et à la discussion de ces résultats.

1° *Pression de l'oxygène supérieure à l'atmosphère.* — Dans aucun cas l'accroissement ne s'est complètement arrêté, quelle que fût la pression de l'oxygène; mais on a toujours observé un ralentissement de l'accroissement. Si on ne compare entre elles que des expériences de même durée on peut même dire que l'empêchement apporté à l'accroissement augmente avec la pression. Cette restriction relative à la donnée de l'expérience est nécessaire, parce que la croissance diminue peu à peu à la même pression, si bien qu'elle a été moindre à une pression faible, mais pendant une exposition prolongée, qu'à une pression plus forte, l'expérience ayant été de courte durée. C'est ainsi que P. Bert a pu avancer le fait d'une plantule d'orge ne s'accroissant plus dans de l'air riche en oxygène et comprimé à 3 atmosphères. En effet, l'expérience de P. Bert a duré quatre jours; il est probable qu'il y a eu d'abord accroissement et qu'il est intervenu plus tard un raccourcissement pathologique. Un jeune pied de soleil a poussé aussi bien à 7 atmosphères qu'à l'air libre pendant les deux premières heures, mais plus tard l'effet nuisible de la forte pression ne tarde pas à se faire sentir.

Si on ne dépasse pas une certaine pression de l'oxygène, les plantes replacées dans les conditions nouvelles continuent à croître quoiqu'un peu lentement au premier abord; mais de jeunes soleils, maintenus pendant vingt heures dans l'oxygène à 5,4 atmosphères, périssent quelquefois, tandis que d'autres pieds reviennent à la santé. Il semble d'une manière générale que les plantes présentent sous ce rapport des qualités de résistance très variables d'individu à individu et d'espèce à espèce. La fève est plus sensible que le soleil, le pois plus que la fève.

2° *Pression de l'oxygène égale ou inférieure à l'atmosphère.* — L'augmentation de la pression partielle de l'oxygène jusqu'à une atmosphère est franchement favorable à l'accroissement du radis, de la moutarde blanche et du navet. Elle est presque sans influence sur celui de la fève, du soleil et du pois. Les résultats contraires avancés par M. Wieler reposent sur des différences dans les qualités individuelles des plantes. L'oxygène pur à la pression ordinaire ne s'est pas montré nuisible du moins pendant trois jours. M. Bœhm, au contraire, de même que quelques observateurs plus anciens, parlent de l'action

nuisible de l'oxygène pur. M. Jentys croit que ces auteurs ne sont pas suffisamment préoccupés de la pureté du gaz qu'ils ont employé.

3° *Influence de la pression des gaz indifférents.* — Il est facile de se convaincre que l'action retardatrice de l'air comprimé ne provient pas uniquement de la forte pression partielle de l'oxygène. La moutarde et le radis, par exemple, poussent plus lentement dans l'air comprimé à 5 atmosphères que dans l'oxygène pur à la pression ordinaire. Il y avait donc lieu d'étudier l'influence des gaz indifférents, hydrogène ou azote à forte pression et contenant de l'oxygène à une pression partielle égale à celle qu'il a dans l'air atmosphérique. Cette influence est toujours défavorable. Le *Phycomyces* présente en outre cette particularité qu'il est très sensible à la décompression brusque, si on peut appeler ainsi une décompression qui n'a pas été effectuée en moins de 5 miuutes.

4° *Influence de l'oxygène comprimé sur l'accroissement et la respiration.* — Les courbes de la respiration et de l'accroissement ne s'accordent bien qu'en dedans de certaines limites. Ainsi, chez les plantes supérieures, il peut arriver dans certaines conditions que l'accroissement est entièrement entravé, tandis que la respiration normale continue avec plus ou moins d'intensité. Dans les conditions ordinaires, au contraire, l'énergie de la respiration correspond à celle de l'accroissement.

De même que l'auteur s'est trouvé en désaccord avec P. Bert au sujet de l'influence de la pression de l'oxygène sur l'accroissement, de même M. Johannsen a reconnu que la respiration est un peu exagérée par l'oxygène sous pression, tandis que P. Bert l'a trouvée fortement déprimée. Nous avons vu plus haut comment M. Jentys explique cette contradiction apparente. M. Johannsen déjà avait pensé comme lui, que les expériences de P. Bert ont duré trop longtemps, que la respiration est d'abord activée, ensuite diminuée, après une action prolongée de l'oxygène, et qu'en résumé l'effet final doit varier suivant la durée de l'expérience. Mais ce qui doit nous frapper avant tout ici, c'est le parallélisme entre la respiration et l'accroissement.

Ce qui est vrai pour les fortes pressions l'est égalament pour les pressions de l'oxygène ne dépassant pas la pression atmosphérique (oxygène pur à la pression ordinaire). Il résulte des nombreuses observations recueillies par plusieurs auteurs que la respiration est diversement affectée chez des plantes différentes. Or, il en est exactement de même pour l'accroissement, de sorte qu'ici encore, respiration et accroissement semblent marcher de pair.

5° *Causes de l'influence nuisible de l'oxygène comprimé.* — On peut classer en quatre groupes les opinions qui ont été émises à ce sujet.

*a.* P. Bert[1] considère l'oxygène comprimé comme un poison comparable, quant à ses effets, à la strychnie et au phénol.

*b.* Pflüger[2] croit que l'oxygène pur est passif et incapable d'entretenir la respiration. On sait que le phosphore ne s'oxyde pas dans l'oxygène pur. Lehmann[3] est à peu près du même avis.

1. La pression barométrique, p. 764. — C. r. LXXIII, 503; LXXIV, 620; LXXV, 31, 546; LXXVI, 443; LXXVII, 531.
2. *Pflügers Archiv*, X, 251.
3. *Ibid.*, XXVII, 421.

*c.* D'après Overbech de Meijer[1] l'oxygène comprimé formerait avec le protoplasma une combinaison inutile.

*d.* Enfin M. Cyon ne croit pas que l'oxygène soit un poison spécifique pour les organismes vivants et attribue les effets observés à l'absence de l'acide carbonique, l'excitant principal des centres nerveux vasomoteurs.

Toutes ces opinions, sauf celle de P. Bert, s'accordent en ce que l'oxydation, ou pour mieux dire la combustion physiologique, deviendrait impossible lorsque la pression de l'oxygène dépasse un certain maximum. Mais ceci est en contradiction avec des faits observés. Ainsi que l'a montré P. Bert, l'oxygène comprimé finit par tuer les graines en germination tandis que les mêmes plantules résistent fort longtemps dans le vide où la respiration normale est également impossible. A cet argument viennent maintenant s'ajouter ceux de MM. Jentys et Johannsen qui ont prouvé que ni l'accroissement ni la respiration ne sont de suite arrêtés par l'oxygène comprimé. Ce dernier auteur nous a fait voir que la respiration peut même continuer sans modification dans l'oxygène comprimé. L'oxygène ne devient donc pas inactif.

D'ailleurs, même en chimie, le cas de la passivité du phosphore est le seul qui ait été constaté. Les métaux, par exemple, s'oxydent aussi bien dans le gaz pur et à la même température que dans l'oxygène dilué.

Il paraît donc certain que l'oxygène comprimé agit à la longue comme un poison. A cet effet toxique vient ensuite s'ajouter l'effet nuisible de la pression elle-même, puisque les gaz indifférents comprimés influencent défavorablement l'accroissement.

VESQUE.

**Du rôle de l'oxygène dans les plantes. — La fermentation des plantes à graines**, par M. W. PALLADIN[2]. — Le principal signe distinctif de la fermentation, de la vie en l'absence de l'oxygène, consiste en ce qu'il est dépensé plus de matière qu'à l'air. L'auteur veut s'assurer par l'expérience si les végétaux supérieurs placés dans une atmosphère privée d'oxygène, astreints à subir la respiration intramoléculaire, dépensent également dans ce cas une plus grande somme de matériaux que dans l'air.

De toutes les plantes dont la respiration intramoléculaire a été étudiée, les jeunes pousses de la fève se prêtent le mieux aux expériences, parce qu'elles émettent autant d'acide carbonique pendant la respiration moléculaire que pendant la respiration normale. Comme il était impossible d'opérer avec les plantes entières, l'auteur s'est contenté des jeunes racines, longues de deux centimètres, qu'il détachait huit jours après la germination. Ces racines ont séjourné pendant vingt heures soit dans l'air, soit dans un gaz privé d'oxygène. L'acide carbonique émis a été dosé d'après la méthode de Pettenkofer.

La respiration étant normale, les racines ont dépensé en vingt heures en moyenne 4,6 p. 100 de leur matière sèche. Dans aucune expérience l'oxydation n'a été complète : toujours on peut reconnaître, en comparant les quantités

1. Cité d'après Lehmann. *Onderzoekingen gedaan in het laboratorium der Utrcshtsche hoogeschool*, VI.

2. *Bulletin de la société imp. des naturalistes de Moscou*, 1886, p. 44-133 (en russe avec un résumé allemand).

d'acide carbonique émis et de matériaux dépensés, qu'il a été absorbé plus d'oxygène qu'il n'a été émis d'acide carbonique.

A l'abri de l'oxygène les petites racines ont dépensé en vingt heures 11 p. 100 de leur matière sèche. Il en résulte que malgré le ralentissement insensible des phénomènes de la vie, les racines privées d'oxygène ont perdu plus du double de ce qu'elles auraient dépensé au contact de l'air et que cette respiration intramoléculaire est une véritable fermentation.

Le rapport entre l'acide carbonique formé et la substance dépensée est en moyenne de 0,55, ce qui prouve que l'acide carbonique n'est pas le seul corps volatile dégagé pendant la respiration intramoléculaire des végétaux supérieurs.

**Sur la production des pousses et des racines**, par M. F. W. C. Areschoug [1]. — Dans un intéressant travail publié il y a quelques années, M. Vöchting [2] démontre que des fragments de plantes isolés produisent des pousses à leur sommet et des racines à leur base, tandis que les racines isolées forment à leur sommet des racines et à leur base des pousses. La tige et la racine donnent naissance à leurs sommets organiques à des organes de même nature, et à leurs bases, à des organes de nature différente. La cause de cette espèce de polarité constatée par l'expérience, M. Vöchting la cherche, non dans l'influence de facteurs étrangers tels que la pesanteur et la lumière, mais dans une prédisposition inhérente, héréditaire. Il reconnaît cependant que les facteurs que nous venons de nommer, en agissant sur la plante pendant des générations innombrables, ont pu créer cette prédisposition héréditaire.

M. Areschoug se demande si on a bien réellement envisagé tous les facteurs qui peuvent influer sur les lieux de formation des racines et des pousses. Il croit pouvoir admettre que l'abondance plus ou moins grande de matières plastiques régit essentiellement la distribution des racines et des pousses; que, sur un fragment de tige, les pousses naissent là où ces matières se trouvent en plus grande quantité, tandis que les racines peuvent se contenter d'une réserve moins riche.

Il est en effet fort probable que le développement des racines exige une plus faible quantité de matières plastiques que celui des pousses feuillues, dont l'organisation est beaucoup plus compliquée et la masse plus considérable. On remarque d'ailleurs que les racines naissent avant les pousses et que les tronçons de tige très petits, et renfermant par conséquent peu de matériaux de construction, peuvent à l'occasion donner naissance à des racines sans produire une seule pousse.

Ceci posé, il s'agit de voir jusqu'à quel point ces faits peuvent expliquer les résultats des expériences de M. Vöchting et s'il ne serait pas permis de substituer à la théorie quelque peu mystique de ce savant une théorie mieux en harmonie avec les tendances exactes de la physiologie moderne. L'auteur choisit parmi le grand nombre des expériences de M. Vöchting celles qui semblent le mieux éclairer la question.

1. *Société de bot. de Lund*, séance du 23 février 1887. *Bot. Centralbl.*, XXXI, p. 186.

2. *Ann. agronom.*, t. X, p. 410.

Des rameaux de saule ont été coupés au mois de juillet de telle façon qu'il n'en restait que la partie moyenne, sans base ni sommet. Les bourgeons qu'ils portaient étaient aussi égaux que possible sur toute la longueur. Au bout de trois ou quatre jours les racines disposées en couronne au-dessus de la section inférieure ont commencé à percer l'écorce. Toutes les fois qu'un bourgeon se trouvait dans le voisinage de cette section, les premières racines se développaient près du bourgeon et restaient toujours plus fortes que les autres.

Les bourgeons voisins de la partie supérieure du rameau se sont développés en autant de rameaux dont la longueur allait en décroissant du sommet à la base. Entre ces deux régions supérieure, à pousses, inférieure, à racines, se trouvait une région intermédiaire, en quelque sorte neutre, ne produisant ni racines ni pousses.

Un rameau, coupé à la même époque de l'année, mais conservant son sommet, a développé une couronne de racines immédiatement au-dessus de sa section et une pousse terminale, mais pas de rameaux latéraux.

Le rameau ayant été coupé en août, lorsque sa partie inférieure était déjà devenue dure et ligneuse, on le divisa en plusieurs tronçons de même longueur. Les parties supérieures, c'est-à-dire les moins dures, ont formé des racines au-dessus de la section inférieure; plus les tronçons étaient lignifiés et plus les racines étaient éloignées de la section pour ne se montrer que près des bourgeons là où dormaient des primordium préexistants.

M. Areschoug explique ces observations de la manière suivante : Les rameaux de l'année sont doués d'une vitalité plus grande que les rameaux plus âgés, non seulement parce que leurs cellules possèdent elles-mêmes plus de vitalité, mais aussi parce que seuls ils assimilent à l'aide de leurs feuilles et à l'aide de l'écorce qui assimile certainement mieux à l'état jeune que plus tard quand elle est couverte de liège. Il est donc facile de comprendre qu'il se trouve à la partie inférieure suffisamment de principes nutritifs pour permettre le développement de racines.

Autre chose est d'expliquer la formation des racines à la partie inférieure et celle de pousses à la partie supérieure. Pour cela il est nécessaire de voir ce qui se passe chez les arbres. Normalement les pousses les plus vigoureuses partent de la région supérieure des rameaux de l'année précédente, et ils diminuent de grandeur de haut en bas. Ce n'est que lorsque plusieurs bourgeons sont réunis au sommet, que les pousses qui en sortent restent plus faibles que celles placées plus bas.

L'auteur croit que les matières fabriquées par les rameaux s'écoulent vers le sommet, surtout lorsque, comme chez le saule, le rameau est doué d'un accroissement apical de longue durée. Les matériaux de réserve ne commencent à se déposer que lorsque cet accroissement est terminé et cela surtout dans le voisinage des bourgeons, mais d'ailleurs d'une manière assez uniforme dans toute la longueur.

Appliquons maintenant ces notions aux expériences de M. Vöchting que nous avons brièvement exposées ci-dessus.

Tant que les rameaux restaient mous, il pouvait se développer des racines nouvelles à leur partie inférieure; la lignification ayant fait plus de progrès, il s'en est formé moins et seulement dans les primordium préexistants et dont

les tissus avaient conservé l'état embryonnaire. Les matériaux de construction abondant surtout à la partie supérieure, il n'a pu se développer de racines qu'à la partie inférieure, le sommet se garnissant au contraire de pousses décroissant de haut en bas. Quand on laisse au rameau son sommet organique, le bourgeon terminal seul se développe, parce que les matériaux se concentrent presque exclusivement dans la pointe.

Les autres expériences de M. Vöchting montrent également, d'après M. Areschoug, que le lieu de formation des pousses et des racines dépend de l'abondance relative des matériaux de construction. Bornons-nous à mentionner ici les expériences relatives aux racines isolées qui produisent des bourgeons à leur base organique et des racines près de leur sommet. Il est clair que la base est plus riche en matières nutritives que le sommet, puisqu'elle est plus près du tronc et qu'elle offre plus de place aux matériaux de réserve.

Telles sont, aussi simplement exposées que possible, les idées que M. Areschoug oppose à la manière de voir de M. Vöchting. Si désireux que nous soyons de voir les phénomènes en question expliqués d'une manière naturelle, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de nous déclarer satisfait des observations de l'auteur suédois. Il est surtout deux points qui nous semblent nécessiter des preuves expérimentales.

1° Lorsqu'un bourgeon à l'état de repos s'éveille pour donner naissance à un rameau, fait-il ce travail sous l'influence des matériaux de réserve qui affluent ou bien l'afflux de ces matériaux de construction est-il la conséquence du développement du bourgeon ? Cette question est d'une singulière gravité. En effet, dans la seconde alternative tout l'échafaudage de M. Areschoug tombe, puisque l'initiative appartiendrait non aux matériaux de construction déposés ici ou là dans le rameau, mais au bourgeon qui, une fois en voie de développement, saurait bien faire appel, tirer de son côté les matières disponibles.

Les physiologistes ont rarement discuté ce point délicat. Cependant M. Sachs pense que le bourgeon joue le rôle actif et que la sève afflue vers les lieux de dépense, en d'autres termes que la poussée de la sève élaborée ne fait pas développer le bourgeon, mais que celui-ci, en voie de développement, l'attire. Nous nous servons là de termes imaginés que nos lecteurs voudront bien nous pardonner et qu'ils sauront bien traduire en langage plus scientifique, mais moins concis. Si l'éminent physiologiste de Würtzbourg a raison, la théorie de M. Vöchting ne subit aucune atteinte.

2° Étant donnée, un instant, l'exactitude de la première alternative, nous comprenons bien que les bourgeons se développent là où les matériaux de construction abondent; nous voulons bien admettre encore que les racines, moins exigeantes que les bourgeons, puissent se former là où ceux-ci ne sauraient se développer, mais nous ne voyons pas pourquoi l'abondance de ces matériaux empêcherait les racines de se développer. Il faudrait démontrer ici « qu'abondance nuit » et nous expliquer pourquoi un rameau coupé ne se couvre pas de racines sur toute sa longueur. VESQUE.

**Influence de la lumière électrique sur la végétation**[1]. — De nouvelles expériences ont été éxécutées au palais d'Hiver de Saint-Pétersbourg sur l'in-

1. *Centralblatt*, X, seizième année, p. 712.

fluence funeste de la lumière électrique sur la vie des plantes. On a observé qu'une seule nuit d'éclairage suffisait pour causer le jaunissement, la dessiccation, puis la chute des feuilles des plantes d'ornement. Le passage subit des plantes septentrionales, habituées à des jours sans soleil et à la faible lumière des serres, à l'éclairage éblouissant des salles de fêtes, doit être considérée comme la cause principale de ce phénomène.

La rapidité et l'intensité de l'influence pernicieuse de la lumière électrique croît avec l'éclat de cette lumière; les plantes qui ne sont pas atteintes directement par les rayons lumineux ne paraissent pas souffrir.

Les faits précédents sont absolument d'accord avec ceux qui ont été observés à la serre d'expériences de l'exposition d'électricité en 1881 [1]. Il est bien à remarquer toutefois que ces effets doivent beaucoup varier avec la nature des appareils électriques employés ; si on se sert des régulateurs à charbon qui donnent une lumière très chargée de radiations violettes, on observera rapidement des effets fâcheux ; si au contraire on fait usage de lampes Edison qui donnent une lumière bien plus jaune, il est probable que l'influence fâcheuse sera peu ou pas sensible. On voit aujourd'hui dans un grand nombre de fêtes parisiennes des lampes Edison placées au milieu des plantes, on trouve même le moyen d'en loger des petites dans la corolle de certaines plantes, et si ce n'est dans ce dernier cas, où la fleur est sacrifiée, on n'a pas constaté que les plantes souffrissent des radiations qu'elles reçoivent cependant à très courte distance.

## Chimie agricole.

**Sur la fabrication du vin d'orge. Fermentation à l'aide de la levure elliptique (Saccharomyces ellipsoïdeus)**, par M. Georges JACQUEMIN [2]. — Pendant longtemps on a supposé que la différence de saveur des diverses boissons alcooliques était due à la nature même des matières mises en fermentation ; aujourd'hui s'ajoute à cette opinion une notion nouvelle, cette saveur est liée également à la nature du ferment mis en jeu. On se rappelle que M. Ordonneau, après avoir analysé les eaux-de-vie de vin, avait reconnu que les alcools supérieurs, qu'on en tire par distillation fractionnée, sont différents de ceux que fournissent les alcools de commerce provenant de la distillation des grains, des mélasses, ou des pommes de terre fermentés à l'aide de la levure de bière; par suite, il avait été conduit à attribuer une influence décisive à la nature de la levure mise en œuvre ; c'était, d'après lui, à l'emploi de la levure elliptique du vin remplaçant la levure de bière à cellules arrondies qu'étaient dues les différences constatées dans les produits.

M. Georges Jacquemin a entrepris une série d'études fort intéressantes sur l'emploi de la levure elliptique à la fabrication du vin dont les éléments sont fournis non par le raisin, mais par l'orge.

Il a d'abord voulu s'assurer que la levure elliptique constituait bien une espèce distincte, il a réussi à la cultiver d'abord dans du moût d'orge *tartarisé*, c'est-à-dire additionné de 2.5 par mille de bitartrate de potasse, puis successi-

1. *Ann. agron.*, t. VII, p. 551.
2. *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XLIX, p. 674, 1888.

vement dans des moûts d'orge renfermant de moins en moins d'acide tartrique, et enfin dans du moût d'orge pur. Or la bière obtenue dans ces conditions présente une saveur *vineuse* remarquable.

Après avoir obtenu une quantité de levure elliptique suffisante pour ensemencer cent hectolitres de mout, M. Jacquemin a obtenu un *vin d'orge*, dont il donne la composition; la proportion d'alcool est seulement de 4,80; on y trouve encore du sucre réducteur, 1 centième, 3 centièmes de dextrine et 1,28 de matières albuminoïdes.

La présence des matières albuminoïdes permettra de distinguer rapidement le vin blanc d'orge du vin blanc de raisins. En effet, le vin d'orge est précipité abondamment par le tanin, tandis que les vins de raisins, qui renferment naturellement du tanin, ne peuvent être troublés par ce réactif.

Le vin précédent est un peu faible; pour lui donner une alcoolisation plus forte, M. Jacquemin ajoute du sucre de canne interverti par une ébullition un peu prolongée, avec 2 p. 100 d'acide tartrique.

On a obtenu ainsi un produit présentant la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Alcool | 8.160 |
| Sucre réducteur | 1.250 |
| Dextrine | 1.860 |
| Achroodextrine γ, matières azotées et minérales | 0.740 |
| Glycérine | 0.125 |
| Acide succinique | 0.025 |
| Acide tartrique | 0.200 |
| Bitartrate de potasse | 0.250 |
| Eau | 87.390 |
| | 100.000 |

M. Jacquemin termine son important mémoire par les réflexions suivantes :

« En résumé, la levure du vin, qui a servi à mes diverses expériences pendant dix-huit mois, portant sur un hectolitre de moût à la fois depuis quelque temps, a présenté la plus grande stabilité et constitue un genre de ferment alcoolique tout à fait distinct de la levure de bière. Si le microscope, entre mes mains, peut ne pas être considéré comme offrant toute certitude pour l'affirmation, le résultat de la distillation au bain-marie des divers vins obtenus avec un *Saccharomyces ellipsoïdeus* de provenance aussi ancienne ne laisse aucun doute, puisque l'eau-de-vie ou l'alcool qu'on en retire ainsi est toujours de très bon goût, tandis que les liquides alcooliques provenant d'une fermentation par la levure de la bière et obtenus dans les mêmes conditions de température et de milieu sont manifestement de mauvais goût. »

**Recherches sur le drainage**, par M. BERTHELOT[1]. — Une terre dépouillée de végétaux, contenue dans un vase de façon à se trouver à l'abri des infiltrations des eaux souterraines, est exposée à la pluie ; elle reçoit avec l'eau

1. *Comptes rendus*, t. CV, p. 690.

atmosphérique de l'azote combiné à l'état : d'ammoniaque, d'acide azotique et même d'azote organique; d'autre part, elle perd à l'état de nitrates une certaine quantité d'azote, entraînée par l'eau qui la traverse, par l'eau de drainage.

Il y a donc gain par l'eau de pluie, perte par l'eau de drainage, et l'auteur cherche d'abord dans quel sens se trouve la différence entre les deux chiffres ; il trouve que l'azote perdu par l'eau de drainage est presque décuple de celui qui est arrivé par l'eau de pluie.

De la terre végétale a été prise dans une prairie, séchée à l'air libre sous un hangar, tamisée de façon à la débarrasser des cailloux et des débris végétaux apparents, puis on a placé 56 kilogrammes, renfermant 5 kilogrammes d'eau et 51 kilogrammes de terre séchée à 110°, dans un grand pot de grès vernis, percé de trous à sa partie inférieure, de façon à permettre l'écoulement des eaux de drainage, lesquelles étaient récoltées au-dessous et analysées immédiatement, parallèlement avec la pluie dont elles provenaient. La terre occupait une épaisseur de 50 centimètres environ et sa surface supérieure était de 1520 centimètres carrés. La terre contenait au début $0^{gr},380$ d'azote nitrique. A la fin, la proportion de l'eau s'élevait à $8^{kil},8$, celle de l'azote nitrique contenu dans la terre à $0^{gr},853$. L'expérience a duré du 24 mai au 20 novembre 1886.

La terre a reçu $51^{l},7$ d'eau pluviale; cette eau renfermait :

| | Gr. | Gr. |
|---|---|---|
| Azote ammoniacal........ ............. | 0.048 | 0.061 |
| Azote nitrique.................. ....... | 0.013 | |

L'azote organique apporté par la pluie portait ce chiffre vers $0^{gr},074$.

L'azote ammoniacal gazeux apporté par l'atmosphère, dans le même temps et au même point de la prairie, sur surface égale d'acide sulfurique étendu, s'élevait à $0^{gr}, 048$. La terre en a certainement absorbé moins ; en ajoutant ce chiffre aux apports de la place, nous attribuons donc une valeur exagérée à l'azote combiné venant de l'atmosphère, soit $0^{gr},122$.

Pendant le même temps on a recueilli de ce pot des eaux de drainage occupant un volume de $14^{l},8$. Près des deux tiers de l'eau pluviale avaient donc été évaporés, $3^{kil},8$ ayant été retenus par le sol.

L'eau de drainage contenait :

| | |
|---|---|
| Azote nitrique................................. | 0.674 |

dose comparable à celle que le sol avait retenue, $0^{gr},853$.

Or, bien que les pertes dues à l'eau de drainage soient supérieures aux gains que le sol avait pu faire d'ammoniaque atmosphérique, d'acide azotique et d'ammoniaque provenant de la pluie, les 51 kilogrammes de la terre du pot avaient fixé $12^{gr},85$ d'azote, gain qu'on ne saurait attribuer qu'à l'intervention de l'azote atmosphérique.

L'auteur rapporte plusieurs autres expériences conduisant toujours aux mêmes résultats, de telle sorte que nous renvoyons le lecteur au mémoire ori-

ginal ; nous rapporterons au contraire tous les détails d'une expérience exécutée en 1887.

Voici le détail de l'expérience :

Le pot était en porcelaine de Sèvres vernie ; sa surface de 1550 centimètres carrés. Il renfermait 55 kilogrammes de terre végétale représentant 45 kilogrammes de terre sèche. L'udomètre juxtaposé avait une surface de 706 centimètres carrés. Les résultats consignés au tableau suivant ont été rapportés à une surface de un mètre carré. Toutes les analyses ont eu lieu dans les quarante-huit heures qui suivaient la pluie.

| DATES. | EAU DE PLUIE. | | | EAU DE DRAINAGE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | QUANTITÉ recueillie. | AZOTE ammoniacal. | AZOTE nitrique. | QUANTITÉ recueillie. | AZOTE nitrique. |
| | Lit. | Gr. | Gr. | Lit. | Gr. |
| 3 juin ................ | 31.87 | 0.0340 | 0.0070 | 0.36 | 0.220 |
| 26 juin................ | 21.96 | 0.0050 | 0.0076 | 3.61 | 0.303 |
| 22 juillet.... .......... | 40.58 | 0.0298 | 0.0098 | 12.91 | 0.810 |
| 31 juillet.............. | 33.29 | 0.0133 | 0.0089 | 12.91 | 0.970 |
| 19 août................ | 47.96 | 0.0326 | 0.0070 | 26.77 | 2.018 |
| 15 septembre.......... | 27.48 | 0.0098 | 0.0063 | 6.45 | 0.418 |
| 7 octobre.............. | 20.54 | 0.0186 | 0.0088 | 11.10 | 0.462 |
| | 232.68 | 0.1431 | 0.0551 | 83.11 | 5.240 |
| Azote total.................... | | 0.1985 | | | |

Un litre d'eau de pluie contenait en moyenne :

| | Mg. | Mg. |
|---|---|---|
| Azote ammoniacal...................... | 0.62 | 0.86 |
| Azote nitrique. ......................... | 0.24 | |

L'azote organique peut être évalué à un chiffre égal à l'azote nitrique, ce qui fait en tout 1mg,10 d'azote combiné. Le premier chiffre est plus faible d'un tiers que l'année précédente, mais du même ordre de grandeur.

Un litre d'eau de drainage correspondant renfermait 0gr,063 d'azote nitrique, dose supérieure à celle des essais précédents.

La comparaison des chiffres insérés au tableau précédent montre clairement que les eaux de drainage enlèvent au sol une dose d'azote combiné bien supérieure à celle que l'atmosphère et spécialement l'eau de pluie peuvent lui ajouter.

**Sur l'emploi industriel de l'Asclepias Cornuti et les espèces voisines,** par M. G. Kassner[1]. — L'*Asclepias Cornuti*, une plante originaire d'Amérique et qu'il est très facile de cultiver en France, produit de gros follicules contenant de nombreuses graines qui portent à l'une des extrémités une houppe de poils d'un blanc soyeux. On a fait de nombreux essais, et des essais coûteux pour utiliser ces poils comme matière textile. Malheureusement ils sont trop fragiles, trop lignifiés et trop courts pour être tissés seuls. On a essayé ensuite de les mêler au coton. Les étoffes qu'on obtenait sont brillantes et très légères, mais peu durables, de sorte que cette industrie sur laquelle on avait fondé de grandes espérances n'a pu lutter contre la baisse des prix du coton. Plus tard on eut l'idée beaucoup plus raisonnable d'utiliser non l'aigrette des graines, mais les fibres libériennes de la tige, très résistantes non seulement dans cette espèce, mais dans presque toutes les *Asclépiadées* et *Apocynées*. Le produit se distingue par sa solidité, son éclat soyeux et sa blancheur naturelle. Le seul inconvénient grave que présente la fabrication, c'est la présence de vaisseaux laticifères dans le voisinage des fibres. Le latex très abondant renferme de la cire, de la résine et du caoutchouc (environ 6,2 p. 100), qui lors de la préparation agglutinent les tissus de l'écorce et ceux-ci avec les fibres. Ces matières résistant au rouissage, on comprend qu'il doit être très difficile d'isoler les fibres et que l'industrie de l'*Asclepias* aura de la peine à lutter contre les étoffes d'origine différente.

L'auteur propose d'extraire d'abord chimiquement les substances du latex. Le reste de la plante peut être facilement soumis au rouissage. Ce procédé aurait l'avantage de fournir à l'industriel de la cire végétale, du caoutchouc et une matière textile brute facile à travailler.

Lorsqu'on fait un extrait de la plante sèche par la benzine, le sulfure de carbone, etc., on obtient une solution d'un brun verdâtre qui laisse après évaporation un extrait onctueux. Les feuilles donnent jusqu'au delà de 7 p. 100 de cet extrait, les tiges beaucoup moins, environ 2 p. 100.

L'extrait par la benzine renferme près de 50 p. 100 de cire, 20-25 p. 100 de caoutchouc et 30-25 p. 100 de chlorophylle et d'autres matières colorantes brunes ou jaunes.

On sépare facilement ces matières par l'alcool et la potasse caustique; la cire est enlevée, les matières colorantes se dissolvent en grande partie et il reste du caoutchouc presque pur.

Les propriétés du caoutchouc de l'*Asclepias* sont exactement celles du caoutchouc des pays tropicaux : même résistance aux acides et aux alcalis, élasticité un peu moindre mais presque égale après vulcanisation.

En mai les feuilles sèches ont fourni 0,15 p. 100, en août 1,13 p. 100 et en septembre 1,61 p. 100 de caoutchouc pur.

La cire extraite comme il est dit plus haut, et qui constitue la moitié de l'extrait, se présente sous la forme de masses brun-jaune foncé, faciles à blanchir. A l'odeur près elle jouit des mêmes propriétés que la cire d'abeilles, Cassante à basse température, elle se ramollit par la chaleur, fond vers 70-80°.

1. *Landwirthsch. Vers-Stat.*, XXXIII, 241. Nous devons au même auteur une étude analogue sur le Laiteron, voyez *Ann. agronom.*

Elle peut servir au polissage comme la cire d'abeille qu'elle remplace avec avantage lorsqu'il y a lieu de désirer un point de fusion plus élevé.

D'après ces données l'industrie de l'*Asclepias* fournira trois produits, la cire, le caoutchouc et la fibre. L'opération préparatoire, qui consiste à extraire la cire et le caoutchouc, laisse les tiges prêtes au traitement usité pour les autres plantes textiles. Nous avons vu que la tige est pauvre en caoutchouc : cela tient au volume considérable du corps ligneux. Il est donc indiqué de passer les tiges sèches, longues de près de 2 mètres, au cylindre, de manière à briser le bois qu'on peut ensuite enlever facilement pour ne conserver que l'écorce qui est seule utile.

Cette combinaison que l'auteur propose d'introduire en Europe existe dans l'Inde pour deux autres *Asclépiadées*, les *Calotropis gigantea* et *procera;* d'après MM. Warden et Waddel, médecins militaires anglais, ces plantes, connues sous le nom de Moudar ou de Madar, sont exploitées pour la fabrication du papier tandis que le latex épaissi est substitué à la gutta-percha. Il est vrai que dans les pays chauds le latex est beaucoup plus abondant. Le docteur Riddel assure que 10 pieds de ces plantes peuvent en fournir une livre. Le produit extrait de l'écorce de la racine de Moudar renferme :

| | P. 100. |
|---|---|
| Caoutchouc | 0.855 |
| Fluavile | 2.471 |
| Albane | 0.640 |

Les deux dernières matières font partie des principes constituants de la gutta-percha. En effet, Payen qui avait étudié cette précieuse résine y distinguait trois principes différents, qui d'après son analyse se rencontraient dans les produits naturels dans les proportions suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gutta | 75 | à | 82 |
| Albane | 19 | à | 14 |
| Fluavile | 6 | à | 4 |
| | 100 | | 100 |

L'albane et la fluavile diffèrent essentiellement comme composition de la gutta ; en effet cette dernière est un carbure d'hydrogène tandis que les deux autres renferment de l'oxygène.

**Sur le riz glutineux japonais**, par M. Shimoyama-Yunichiro[1]. — Nous avons parlé à plusieurs reprises, dans cette revue, d'une variété de riz appelée riz glutineux et dont l'amidon, au lieu de bleuir par l'iode, prend une coloration rouge. Au Japon il existe plusieurs variétés de riz glutineux que l'auteur a étudiées aux points de vue botanique et chimique. L'amidon du riz Mozi renferme, outre l'amidon bleu ordinaire, de l'amidon soluble ou quelque matière voisine, et de la dextrine, peut être également de la maltose. Cet amidon renferme donc des produits qu'on peut obtenir artificiellement avec de l'amidon, par exemple à l'aide de la diastase. On ne peut constater la

1. Strasbourg, 1886. — *Bot. Centralbl.*, XXXII, 6.

présence de l'amidon bleu qu'après l'extraction de la plus grande partie de la dextrine. Les autres céréales cultivées au Japon renferment également de l'amidon semblable à celui du riz Mozi. L'amidon de la pomme de terre et celui du riz ordinaire cèdent de l'amidon soluble ou tout au moins un corps devenant rouge par l'iode, et de la dextrine. La différence entre toutes ces variétés d'amidon est donc quantitative, non qualitative.

La formation de l'empois appartient à l'amidon bleu. L'amidon du riz Mozi, qui ne renferme qu'une très faible proportion d'amidon bleu, ne subit cette transformation que d'une manière fort incomplète. De même la coloration jaune communiquée aux grains d'amidon par le brome est due à la présence de l'amidon bleu : cette réaction ne se produit pas avec l'amidon du riz Mozi. L'amidon ne renferme aucune substance se colorant en violet par l'iode, ainsi que le prétend M. W. Nägeli.

## Statistique agricole.

**Expédition de blé de l'Inde dans la Grande-Bretagne.** — Ces importations s'accroissent chaque année ainsi que l'indiquent les chiffres suivants :

| | Quintaux métriques |
|---|---|
| 1869-70 | 39.742 |
| 1870-71 | 126.288 |
| 1871-72 | 323.748 |
| 1872-73 | 200.223 |
| 1873-74 | 892.305 |
| 1874-75 | 543.261 |
| 1875-76 | 1.269.477 |
| 1876-77 | 2.837.228 |
| 1877-78 | 3.221.810 |
| 1878-79 | 530.879 |
| 1879-80 | 1.115.690 |
| 1880-81 | 3.782.932 |
| 1881-82 | 10.093.846 |
| 1882-83 | 7.187.652 |
| 1883-84 | 10.649.252 |
| 1884-85 | 8.044.555 |
| 1885-86 | 10.702.113 |
| 1886-87 | 11.313.342 |

Bien que la Grande-Bretagne obtienne un rendement moyen de 28 hectolitres de blé à l'hectare, elle est bien loin de produire le grain nécessaire à sa consommation, puisque sa production moyenne n'est que de 33 millions d'hectolitres.

La quantité de grain importé en moyenne atteindrait 33 millions de quintaux métriques c'est-à-dire une quantité supérieure à celle qui est produite sur le sol de la Grande-Bretagne. L'Inde ne fournirait guère comme on voit que le tiers des quantités importées.

*Le Gérant* : G. Masson.

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# RECHERCHES SUR LA FORMATION DES NITRATES

DANS

# DES TERRES ARABLES INÉGALEMENT FERTILES

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN,
Membre de l'Académie des sciences.

## DEUXIÈME MÉMOIRE

Liebig, il y a plus de cinquante ans, découvrit que la terre arable renferme une quantité considérable d'azote combiné, les travaux ultérieurs d'Isidore Pierre, de MM. Lawes et Gilbert, et ceux que j'ai moi-même publiés sur les sols du domaine de Grignon, montrèrent, en outre, que cet azote combiné se rencontre non seulement dans les couches superficielles, mais même jusqu'à une profondeur dépassant un mètre, de telle sorte qu'il n'est pas rare de trouver 15 ou 20,000 kilos d'azote combiné dans le sol d'un hectare. Bien qu'il y ait une disproportion évidente entre cette masse de matières organiques et les faibles quantités d'azote que prélèvent les plantes, on n'obtient cependant de bonnes récoltes qu'à la condition d'introduire des engrais azotés. La nécessité où l'on se trouve de les employer démontre clairement que la matière azotée du sol ne contribue que très médiocrement à l'alimentation de la plante.

Boussingault s'est beaucoup occupé de la distinction qu'il convient de faire entre la matière azotée totale de la terre arable et les substances immédiatement utilisables par les végétaux; il a fait voir que si la proportion de la matière azotée insoluble est énorme, celle des nitrates et des sels ammoniacaux, qu'il considérait comme seuls assimilables, est minime, et cette distinction a permis de comprendre l'efficacité des engrais, apportant au sol des aliments azotés, utilisables au moment même où ils sont introduits.

Il est manifeste cependant que la matière azotée du sol n'est pas complètement inerte, les terres qui ne reçoivent pas d'engrais fournissent des récoltes, ce qui implique que cette matière azotée est susceptible de se transformer en substances assimilables.

Quelles sont ces matières assimilables? Sont-ce seulement les

nitrates? Une terre épuisée par des cultures sans engrais est-elle une terre qui ne renferme plus qu'une matière azotée non nitrifiable? Cette opinion ressort des études de MM. Lawes, Gilbert et Warington[1]. Nous trouvons, en effet, dans leur important mémoire : *l'Azote nitrique dans les sols de Rothamsted* le passage suivant : « L'accroissement dans la production d'azote nitrique est toujours en rapport avec l'accroissement des récoltes.

« Ce fait a une grande importance pratique. Le sol contient des matières azotées qui se nitrifient plus ou moins facilement. La masse de la matière azotée se nitrifie lentement, mais une faible fraction est de suite transformée en nitrates. Dans une terre complètement épuisée, la matière facilement nitrifiable a disparu presque totalement. Dans une terre en bonnes conditions agricoles, cette matière organique oxydable est fréquemment renouvelée par les résidus des récoltes et par l'application des fumures organiques. La matière facilement nitrifiable forme en grande partie le capital flottant du sol duquel dépend sa production immédiate. La plus grande partie de la matière azotée inerte constitue le capital enfoui qui ne devient que très lentement efficace. »

Il nous a paru intéressant de chercher si, comme MM. Lawes, Gilbert et Warington, nous trouverions un certain parallélisme entre l'aptitude à la nitrification d'une terre et sa fertilité.

Nous avons choisi, sur le domaine de Grignon, des terres de fertilité très différente, nous avons suivi d'abord la nitrification dans une terre enrichie par de copieuses fumures qui souvent porte d'excellentes récoltes sans addition d'engrais, puis d'autre part dans des terres restées sans fumure depuis 1875 et sur lesquelles certaines plantes et notamment les betteraves et le trèfle ne se développent plus que très faiblement.

L'étude approfondie de cette transformation de la matière azotée du sol en nitrates, présente un très grand intérêt; déjà l'an dernier, ici même, j'ai donné les premiers résultats de mes recherches sur la formation des nitrates, j'ai étudié leur formation quand variaient deux conditions : 1° la dose d'humidité que renferme la terre; 2° la nature de la matière azotée susceptible de se nitrifier.

Les nombreux essais exécutés ont montré une fois de plus l'influence décisive de l'humidité déjà nettement constatée par M. Schlœ-

1. *Ann. agron.*, t. X, p. 355.

sing, ils ont fait voir en outre que si la nitrification s'arrête absolument dans un sol sec, un grand excès d'humidité n'est pas plus favorable qu'une dose moyenne.

Les nombreux essais exécutés ont permis de constater que toutes les matières azotées ne se nitrifient pas également vite, c'est ce qu'avait observé déjà M. Warington[1], mais en opérant dans des conditions différentes de celles où je me suis placé.

Il m'a paru qu'il y aurait un véritable intérêt à voir comment les nitrates se formeraient dans des sols placés dans des conditions assez bien définies, pour qu'on pût saisir l'influence qu'aurait sur la nitrification, les transformations que subit la matière azotée qu'ils renferment. Nous savons que la terre émet constamment de l'acide carbonique, qu'elle est le siège de combustions qui peut-être amènent peu à peu la matière azotée à un état favorable à la nitrification, il était donc utile de suivre la formation des nitrates pendant une période assez longue pour que les transformations de la matière azotée, sans doute assez lentes, eussent le temps de se produire. Cette nécessité de donner aux essais une longue durée nous a conduit à disposer deux séries d'essais parallèles; dans l'une les terres étaient maintenues en atmosphère saturée comme nous l'avions fait dans nos premières recherches, tandis que dans l'autre la terre était exposée à des alternatives de sécheresse et d'humidité.

Ce dernier mode d'opérer présentait cet avantage qu'il se rapprochait des conditions dans lesquelles se trouvent les terres en place; en outre, un lot de terre qui ne reste pas constamment dans une atmosphère humide est moins exposé à souffrir des perturbations qu'amène le développement des moisissures, qui souvent envahissent les terres maintenues en atmosphère saturée, s'emparent des nitrates formés et enlèvent aux essais toute régularité.

M. Berthelot a montré récemment l'influence de ces végétations dans une terre laissée exposée à l'air. Boussingault l'avait observé autrefois, et j'ai reconnu également moi-même qu'elle est très sensible dans les essais de laboratoire; j'y ai insisté l'an dernier, et j'en donnerai plus loin un exemple tiré d'expériences plus récentes, commencées au mois de mai 1887.

J'aborderai donc successivement l'étude de la nitrification dans

1. *Ann. agron.*, t. XI, p. 49.

une terre très fertile et dans des terres pauvres, et j'indiquerai les résultats constatés dans une série d'observations qui pour les unes ont duré près d'une année et pour les autres huit mois.

## PREMIÈRE PARTIE

### NITRIFICATION DANS UNE TERRE RICHE EN MATIÈRES AZOTÉES

#### I. — Nitrification de la terre en atmosphère saturée.

La terre mise en expérience prise à Grignon, dans un champ enrichi par de copieuses fumures, renferme 2gr, 61 d'azote par kilogramme. Elle a été séchée à l'air, tamisée, et c'est la terre fine qui a servi à constituer des lots de 100 grammes qui ont été maintenus sous une cloche où l'on entretenait un vase rempli d'eau; l'atmosphère était donc saturée; la température, celle du laboratoire qui s'élève beaucoup pendant les mois d'été.

Quand on met fin à l'expérience, on place les 100 grammes de terre dans un vase d'un litre et on complète le volume avec de l'eau distillée; après un contact de quelques heures et de fréquentes agitations, on jette sur un filtre, on mesure le liquide filtré, on l'évapore à une dizaine de centimètres cubes qui sont introduits dans l'appareil à chlorure de fer et acide chlorhydrique; du volume de bioxyde d'azote recueilli ramené à 0° et à 760 millim., on déduit la quantité d'acide azotique décomposé et on rapporte les chiffres trouvés au volume total d'eau introduite.

On a obtenu les résultats suivants:

*Nitrification de 100 grammes de terre dans une atmosphère saturée.*

| Dates de la fin des expériences commencées le 13 mai 1887. | Durée de l'expérience. | Acide azotique formé dans 100 gr. de terre. | Azote nitrifié en un jour dans une tonne de terre. |
|---|---|---|---|
| | Jours | Gr. | Gr. |
| 13 Juin | 31 | 0.016 | 1.32 |
| 21 Juin | 39 | 0.019 | 1.12 |
| 22 Juillet | 70 | 0.040 | 1.48 |
| 26 Août | 105 | 0.026 | 0.63 |

Les trois premières expériences sont assez régulières, les quantités d'azote nitrifié en un jour dans 1,000 kilogrammes de terre, sont voisines les unes des autres, mais il n'en est plus de même pour la dernière. On trouve qu'en 105 jours, il s'est produit

moins d'acide azotique qu'en 70; il est manifeste qu'une cause perturbatrice est intervenue.

Quand on met à nitrifier dans la terre, maintenue en atmosphère saturée, des matières organiques et notamment des tourteaux, cette cause perturbatrice apparaît nettement : on voit les vases se couvrir de fines moisissures blanches; dans l'expérience précédente, on ne les a pas aperçues, mais on ne saurait affirmer cependant, que quelques-uns des ferments du sol ne se sont pas emparés des nitrates; c'est à cette idée que s'est arrêté récemment M. Berthelot dans le mémoire auquel nous faisions allusion plus haut, c'est également cette idée que nous avons développée à diverses reprises l'an dernier, dans le travail que nous avons déjà consacré à la nitrification; mais une autre hypothèse doit être discutée: il n'est pas impossible que la présence des nitrates déjà formés soit une cause de ralentissement pour leur formation ultérieure et pour savoir si, en effet, l'expérience justifierait cette seconde manière de voir, on a disposé une autre série d'essais.

### II. — Nitrification dans la terre soumise à des dessiccations et arrosages successifs.

Dans les expériences en atmosphère saturée, les terres conservent sensiblement la proportion d'humidité initiale; dans les essais dont nous allons rapporter les résultats, elles sont au contraire exposées à des alternatives de dessiccation, puis d'arrosages modérés ou excessifs. En effet, les 100 grammes de la terre prise dans le lot précédent sont placés dans des entonnoirs, on y introduit 15 cent. cubes d'eau et on pèse; les entonnoirs sont abandonnés à l'air libre du laboratoire : quand les pesées annoncent une forte dessiccation, on remet de 20 à 25 cent. cubes d'eau; cette addition a lieu tous les cinq, six ou sept jours, suivant la température extérieure.

Quand on met fin à l'expérience, on fait passer sur la terre 200 cent. cubes d'eau distribués en doses successives de 25 cent. cubes; on n'ajoute une nouvelle quantité d'eau que lorsque la précédente est écoulée, en général le lavage exige huit heures, parfois même plus longtemps. On s'est assuré par des essais nombreux, qu'une quantité d'eau plus forte est inutile, elle n'enlève plus de nitrates.

Le liquide obtenu est réduit à quelques centimètres cubes, et introduit dans le ballon à chlorure de fer et acide chlorhydrique qui sert à la transformation des nitrates en bioxyde d'azote.

Le mode d'opérer indiqué plus haut, présente plusieurs avantages sur celui que nous avions employé d'abord : non seulement les alternatives de sécheresse et d'humidité auxquelles les terres en expériences sont soumises, les placent dans des conditions analogues à celles où elles se trouvent, quand elles sont à l'air libre, non seulement ces alternatives empêchent, en général, l'apparition des végétations cryptogamiques dont l'influence est si gênante, mais en outre elle permet, à l'aide d'un artifice très simple, de savoir si la présence des nitrates formés nuit à la production d'une nouvelle quantité de ces sels; on a observé, en effet, depuis longtemps, que les ferments déterminent la formation d'un milieu nuisible à leur propre développement.

Pour savoir s'il en était ainsi, on a opéré de la façon suivante : quatre lots de terres ont été mis en expériences en même temps, arrosés aux mêmes moments, avec les mêmes quantités d'eau, mais soumis aux lavages destinés à l'extraction des nitrates à des époques différentes.

Un seul lot a été lavé un mois environ après le commencement de l'expérience.

Un mois plus tard, le lot déjà lavé une fois l'a été de nouveau; on a ainsi trouvé les nitrates formés pendant les deux périodes successives où il est resté en expériences; mais en même temps qu'on procédait au lavage du lot n° 1, on a lavé le lot n° 2, pour extraire les nitrates formés depuis le commencement de l'expérience. A la fin de la troisième période, on a extrait les nitrates des lots n° 1 et n° 2, qui avaient déjà été lavés, le premier deux fois, et le second une fois, et on a comparé la quantité formée à celle qui était produite dans le lot n° 3, où les nitrates s'accumulaient depuis le commencement des essais; enfin le lot n° 4, n'a été lavé qu'à la fin de la quatrième période, et on a extrait en une fois les nitrates formés depuis l'origine des expériences; on a procédé à cette époque au quatrième lavage du lot n° 1, au troisieme du lot n° 2, et au deuxième du lot n° 3. Les résultats constatés sont résumés dans le tableau n° 1.

On a continué ensuite les lavages sur les quatre lots de terre, ce

TABLEAU I. — NITRIFICATION DE LA TERRE RICHE EN MATIÈRES AZOTÉES.

| NUMÉROS DES PÉRIODES. | 1. | 2 | 1 et 2 réunis. | 3 | 1, 2 et 3 réunis. | 4. | 1, 2, 3 et 4 réunis. | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Commencement..... | 17 mai. | 13 juin. | 17 mai. | 6 juillet. | 17 mai. | 27 juillet. | 17 mai. | 29 août. | 11 oct. | 22 nov. | 19 janv. | 20 février. |
| Fin................ | 13 juin. | 6 juillet. | 6 juillet. | 27 juillet. | 27 juillet. | 29 août. | 29 août. | 11 oct. | 22 nov. | 19 janv. | 20 février. | 20 mars. |
| Durée.............. | 27 jours. | 23 jours. | 50 jours. | 21 jours. | 71 jours. | 33 jours. | 104 jours. | 43 jours. | 42 jours. | 59 jours. | 32 jours. | 29 jours. |
| *Acide azotique formé dans 100 grammes de terre (en milligrammes).* | | | | | | | | | | | | |
| Lot n° 1........... | 25 | 13 | 38 [1] | 16 | 54 [2] | 19 | 73 [4] | 11 | 4 | 15 [7] | 23 [9] | 16 |
| Lot n° 2........... | » | » | 37 | 17 | 54 [3] | 18 | 72 [5] | 11 | 4 | 17 [7] | 19 [7] | 17 |
| Lot n° 3........... | » | » | » | » | 54 | 18 | 72 [6] | 11 | 4 | 12 [8] | 15 | 10 |
| Lot n° 4........... | » | » | » | » | » | » | 70 | 11 | 4 | 12 [8] | 13 | 10 |
| *Azote nitrifié en un jour dans 1000 kilos de terre (en grammes).* | | | | | | | | | | | | |
| Lot n° 1........... | 2.4 | 1.4 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.5 | 1.8 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 1.8 | 1.4 |
| Lot n° 2........... | » | » | 1.9 | 2.0 | 1.9 | 1.4 | 1.8 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 1.5 | 1.5 |
| Lot n° 3........... | » | » | » | » | 1.9 | 1.4 | 1.8 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 1.2 | 0.8 |
| Lot n° 4........... | » | » | » | » | » | » | 1.7 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 0.8 |

1. Somme des lavages 1 et 2.
2. Somme des lavages 1, 2 et 3.
3. Somme des lavages 2 et 3.
4. Somme des lavages 1, 2, 3 et 4.
5. Somme des lavages 2, 3 et 4.
6. Somme des lavages 3 et 4.
7. A l'étude pendant les périodes 7, 8 et 9.
8. A l'air libre pendant les périodes 7, 8 et 9.
9. Triturée à la fin de la septième et de la huitième période.

qui a donné les chiffres indiqués au tableau n° 1, pour les cinquième, sixième, septième et huitième périodes.

L'examen des résultats constatés dans les expériences précédentes est très instructif. Le lot n° 2, après cinquante jours, a donné une quantité de nitrates égale à celle qu'ont fournie les deux lavages successifs du n° 1 ; ainsi l'accumulation des 25 milligrammes d'acide azotique qui s'étaient sans doute formés dans le n° 2 après vingt-trois jours d'expériences n'a pas nui à la formation ultérieure de l'acide nitrique. Il en a encore été de même dans l'expérience n° 3 ; l'échantillon de terre n'a été lavé qu'après soixante et onze jours, il a donné 54 milligrammes d'acide azotique ; or, la somme des deux lavages de l'échantillon n° 2, des trois lavages de l'échantillon n° 1 donne exactement les mêmes chiffres ; enfin on arrive encore aux mêmes nombres dans les dosages exécutés après cent quatre jours du n° 4. On a 70 milligrammes d'acide azotique ; les sommes des quantités extraites dans le n° 1 par quatre lavages successifs, du n° 2 par trois lavages, du n° 3 par deux lavages sont encore presque identiques ; les quatre expériences continuées pendant deux périodes, l'une de quarante-trois jours, l'autre de quarante-deux ont encore fourni des résultats semblables.

Il convient, en opérant comme il vient d'être dit, de se mettre en garde contre quelques causes d'erreur.

Les terres exposées à l'atmosphère du laboratoire peuvent se charger d'ammoniaque, si on exécute des opérations dans lesquelles ce gaz soit mis en liberté ; ces opérations ont été absolument interdites. En outre, on pouvait craindre encore que l'eau d'arrosage n'apportât de l'ammoniaque ; on a pris la précaution de n'employer que de l'eau exempte de ce gaz, on a toujours rejeté les premières parties de l'eau distillée sortant de l'alambic.

Au reste les résultats négatifs obtenus dans diverses expériences où la terre recevait l'eau d'arrosage employée à tous les essais, et en outre l'accord constaté souvent, entre les lots en atmosphère saturée qui ne recevaient pas d'eau d'arrosage et qui maintenus sous cloche étaient à l'abri des vapeurs ammoniacales répandues parfois dans les laboratoires, et les lots qui exposés à l'air avaient été en outre humectés à diverses reprises, montrent bien qu'on a su éviter des causes d'erreur trop apparentes pour qu'on n'ait pas songé immédiatement à s'en préserver.

De cette première série d'expériences découlent deux conclusions importantes :

1° Quand aucune cause perturbatrice n'intervient, quand les nitrates ne sont pas absorbés par des êtres vivants à mesure de leur formation, on constate qu'il se produit, dans des expériences parallèles, des quantités identiques de nitrates; la nitrification est donc une fermentation d'une excessive régularité.

2° La présence dans le sol d'une quantité de nitrate assez forte, puisqu'elle serait de plus de 700 milligrammes par kilo, n'a aucunement modifié la marche de la nitrification.

Cette dernière conclusion conduisait fatalement à l'étude de l'influence qu'exercerait une dose de nitrates plus considérable que celle qui a été formée dans les expériences précédentes, et en effet ce sujet sera abordé plus loin, mais il convient d'abord d'insister sur les quantités de nitrates qui ont pris naissance pendant ces expériences.

Pour faciliter la discussion nous réunissons les nombres fournis par le lot n° 1 en les calculant pour une tonne de terre.

*Nitrification dans une tonne de terre en grammes.*

| | | Acide azotique formé pendant la période. | Acide azotique formé en un jour. | Azote nitrifié en un jour. |
|---|---|---|---|---|
| | Jours | Gr. | Gr. | Gr. |
| 17 mai-13 juin.......... | 27 | 250 | 9.3 | 2.4 |
| 13 juin-6 juillet......... | 23 | 130 | 5.6 | 1.4 |
| 6 juillet-27 juillet...... | 21 | 160 | 7.6 | 1.9 |
| 27 juillet-29 août....... | 33 | 190 | 5.7 | 1.5 |
| 29 août-11 octobre...... | 43 | 110 | 2.5 | 0.6 |
| 11 octobre-22 novembre. | 42 | 40 | 0.9 | 0.2 |
| 17 mai-22 novembre..... | 189 | 880 | 4.6 | 1.2 |

Pendant les cent quatre-vingt-neuf jours de l'expérience, 1,000 kilos de terre ont produit 880 grammes d'acide azotique correspondant à 228 grammes d'azote nitrifié ; si nous admettons que le sol d'un hectare pèse 3,600 tonnes, nous aurions pour l'azote nitrifié 819k,8, c'est-à-dire une quantité infiniment supérieure à celle que consomment les récoltes les plus exigeantes.

Ainsi, et c'est là un point fort important, cette matière azotée de la terre habituellement si inerte s'est nitrifiée très aisément aus-

sitôt qu'elle a été placée dans les conditions des expériences; or, ces conditions ne sont qu'au nombre de deux :

Une extrême division;

Des arrosages fréquents.

La terre avait été tamisée et il est bien manifeste que jamais nos instruments agricoles ne permettront d'arriver à une pulvérisation analogue à celle qu'on obtient dans le laboratoire, mais on conçoit l'importance qu'attachent les cultivateurs à très bien travailler le sol, à le rendre ténu comme les cendres, suivant l'expression qu'ils emploient souvent; on conçoit en outre que quand ce travail est exécuté à la bêche comme dans la culture maraîchère, qu'on procède en outre à des arrosages multipliés, on obtienne une nitrification très abondante qui souvent excite une végétation luxuriante ; dans les pays chauds, en Italie, les marcites constamment arrosées se louent 500 francs l'hectare, bien qu'on n'y récolte que du foin.

Ainsi l'aliment azoté considéré comme le plus actif, que l'on achète à grands frais, peut être produit directement dans un sol fertile, sans aucune addition, pourvu que ce sol soit très bien divisé et reçoive une quantité d'eau considérable. Celle que nous avons employée dans nos expériences dépasse de beaucoup la quantité que fournirait la pluie. Elle a été pour les 100 grammes de terre de 400 centimètres cubes environ pendant la durée de l'expérience, ou de 4 litres par kilo de terre, ou de 14,400 mètres cubes à l'hectare, tandis que la pluie n'apporte habituellement que 6,000 mètres cubes par hectare, ou $1^{m},5$ par tonne, ou $1^{l},5$ par kilo, ou enfin 150 centimètres cubes pour 100 grammes pendant une année et 75 centimètres cubes pour six mois, c'est-à-dire que nous avons distribué 5,3 fois plus d'eau qu'une terre en place n'en recevrait.

Quoi qu'il en soit ces expériences sont de nature à fournir un nouvel argument à tous ceux qui pensent que rien ne peut être plus important pour la prospérité agricole de notre pays que le bon aménagement des eaux.

L'examen des chiffres indiquant la quantité d'acide azotique formé en un jour conduit à une conclusion fort importante : il est parfaitement établi que l'activité de la nitrification croît avec l'élévation de la température ; il semblait donc que le chiffre le plus élevé eût dû être constaté pendant les chaleurs du mois de

juillet qui ont été très fortes en 1887 ; et cependant, si on voit, en effet, qu'une tonne de terre a donné, pendant la 3e période qui s'étend du 6 au 27 juillet, 7gr,6 d'acide azotique en un jour, si ce nombre est supérieur à celui qui a été constaté dans la seconde et dans la quatrième période, pendant lesquelles on a obtenu 5gr,6 et 5gr,7 d'acide azotique en un jour, la quantité formée pendant les grandes chaleurs de la troisième période est inférieure à celle qui a été constatée à l'origine des essais, puisque pendant la première période, une tonne de terre a donné en un jour 9gr,3 d'acide azotique.

Il est à remarquer que le mode d'opérer a été le même, les arrosages aussi réguliers pendant toutes les périodes ; par conséquent, pour que la terre ait produit moins d'acide azotique du 6 au 27 juillet que du 17 mai au 13 juin, quand au mois de juillet la température était décidément plus favorable, il faut évidemment que la matière à nitrifier ait été plus attaquable au début des essais que plus tard; il est donc manifeste qu'il y a dans le sol des matières azotées assez dissemblables pour fournir dans le même temps des quantités de nitrates fort différentes. Il est curieux de voir cependant que ces matières sont distribuées très régulièrement dans la terre qui a servi aux essais, car les quantités d'acide azotique formées dans les quatre lots pendant la durée des expériences ont été identiques.

**III. — Influence qu'exercent sur l'énergie de la nitrification, l'élévation de la température, les transformations de la matière azotée du sol, la trituration.**

A la fin de la sixième période, le 22 novembre, les quatre lots de terre ne donnent plus que des quantités de nitrates extrêmement faibles ; il était vraisemblable que cette diminution dans la quantité d'acide azotique formé était due à l'abaissement de la température, cependant on résolut de s'en assurer. Or, les quatre lots en expérience avaient donné depuis le début des nombres presque identiques, ils convenaient donc parfaitement à l'étude qu'on voulait entreprendre; il était manifeste qu'en élevant la température des uns, en les plaçant à l'étuve, tandis que les autres restaient simplement dans le laboratoire, on serait en droit d'attribuer les différences, s'il s'en présentait, aux conditions différentes elles-mêmes dans lesquelles ces lots de terre étaient placés.

Le 22 novembre, les lots n° 1 et n° 2 furent mis dans une bonne étuve Pasteur où la température se maintient autour de 35°, les lots 3 et 4 restèrent dans le laboratoire où la température ne s'élève guère au delà de 10 à 12° pendant les journées d'hiver pour descendre beaucoup pendant la nuit, sans cependant tomber à zéro.

Le 19 janvier, on mit fin à cette septième période en extrayant les nitrates des quatre terres, et on obtint les chiffres insérés au tableau n° I pour la septième période.

On ne saurait être étonné que les lots n° 1 et n° 2 qui ont été placés à l'étuve aient fourni des chiffres de 15 et de 17 milligrammes d'acide azotique, supérieurs aux 4 milligrammes de la 6e période ; quand on calcule la quantité d'azote nitrifié en un jour, on la trouve naturellement bien supérieure à celle qui a été constatée pour la 6e période et analogue à celle de la 5e ; il est naturel également que les chiffres fournis par les lots 1 et 2 maintenus à l'étuve soient supérieurs à ceux de 3 et 4 restés à une température moins élevée, mais il est fort curieux de constater que les lots 3 et 4 aient donné pendant cette septième période, des chiffres plus élevés que ceux de la période précédente.

Il importe d'insister : du 11 octobre au 22 novembre les lots 3 et 4 donnent 4 milligrammes d'acide azotique, ce qui correspond à 0gr,2 d'azote nitrifié par tonne de terre et par jour. Ces deux lots restent dans le laboratoire comme précédemment, la température moyenne de la période 22 novembre-19 janvier est certainement plus basse que la précédente, et cependant les terres donnent pendant les cinquante-neuf jours de cette période : 12 milligrammes d'acide azotique, correspondant pour une tonne à 0gr,5 d'azote nitrifié par jour.

A quelle cause attribuer cette différence ? une seule nous paraît plausible : une transformation de la matière azotée de la terre.

Nous avons déjà été frappé, dans les premières pages de ce mémoire, de l'influence qu'exerçait cette cause sur la production de l'acide azotique ; nous avons vu que la quantité de nitrates formée à l'origine a surpassé celle qui est apparue pendant la troisième période, bien qu'à ce moment les conditions de température fussent bien plus favorables ; actuellement nous reconnaissons que la nitrification s'est activée du 22 novembre au 19 janvier malgré l'abaissement de température. L'hypothèse qui nous

paraît rendre compte le plus facilement des faits précédents est que la terre renferme des matières azotées susceptibles d'éprouver des modifications telles, que rebelles d'abord à l'action du ferment nitrique, elles la subissent ensuite.

Il semble que la matière organique du sol est bien loin de présenter une stabilité absolue, elle paraît être, au contraire, quand l'humidité est suffisante, en voie d'évolution constante; sa nitrification ne paraît s'établir qu'après une première transformation, qui préparerait la matière organique à devenir la proie du ferment nitrique. Il est curieux de constater que cette métamorphose bien qu'elle ait été assez lente, se soit cependant accomplie dans le même temps pour les quatre échantillons, car dans tous les quatre, la nitrification a montré un regain d'activité pendant cette septième période.

Ces expériences ont été continuées du 19 janvier au 20 février, mais les quatre lots de terre n'ont plus été maintenus dans les mêmes conditions ; il m'a paru, ainsi qu'il a été dit déjà, que l'accord remarquable qu'ils avaient présenté pendant longtemps les rendait précieux, et que, par suite, en soumettant les uns à certaines influences dont les autres étaient préservés, on pouvait tirer des effets observés des conséquences précises, puisqu'on agissait sur des terres donnant des résultats identiques, tant qu'elles étaient maintenues dans les mêmes conditions.

Pendant la huitième période qui s'étend du 19 janvier au 20 février, les deux lots 1 et 2 ont été maintenus à l'étuve, 3 et 4 sont restés à l'air libre comme précédemment; mais 1 et 3 ont été soumis à la trituration tandis que 2 et 4 sont restés en place.

C'est à M. Schlœsing qu'on doit cette observation fort instructive, que la trituration d'une terre détermine une accélération dans la formation des nitrates, probablement due à une nouvelle dissémination du ferment nitrique, lui permettant de rencontrer des matières sur lesquelles il peut exercer son activité; nous avons essayé de répéter cette expérience, les terres n° 1 et n° 3 ont été l'une et l'autre extraites de leur entonnoir et triturées dans un mortier, puis remises en place; elles reçurent à ce moment les mêmes quantités d'eau que 2 et 4.

Le 20 février on procéda aux lavages qui fournirent les nombres insérés au tableau II.

L'influence de la trituration est sensible, le lot n° 1 surpasse le

n° 2, le n° 3 surpasse le n° 4; l'influence de l'étuve est encore marquée, puisque 1 et 2 surpassent 3 et 4; mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est de voir combien, dans toutes ces terres, la nitrification s'est accélérée, ainsi que le montre la comparaison des quantités d'azote nitrifié en un jour, inscrite au tableau n° II.

Le mouvement d'accélération est sensible partout, que les terres aient été remuées ou non, qu'elles aient été placées à l'air libre ou laissées à l'étuve ; c'est donc une preuve, nous ne saurions trop le répéter, que la matière organique de la terre arable a subi une modification telle qu'elle est devenue susceptible d'éprouver la fermentation nitrique, de telle sorte que, même dans les conditions de température peu favorables des lots 3 et 4, elle a retrouvé l'énergie des premiers jours.

On nous permettra d'insister sur ce point, car peut-être dévoile-t-il une des explications des effets avantageux de la jachère.

On sait qu'autrefois, quand on pratiquait le vieil assolement triennal, qui ne comportait guère pour les terres labourables que du blé et de l'avoine, on laissait pendant une année la terre nue en jachère ; cette pratique se justifie tout d'abord par la nécessité où l'on se trouve, quand on ne cultive pas de plantes sarclées, de débarrasser le sol des mauvaises herbes qui pullulent dans les cultures, inabordables aux travailleurs dès le printemps ; mais ce n'est pas cette destruction des plantes adventices qui frappait les cultivateurs ; ils expliquaient les effets avantageux de la jachère en disant que la terre avait besoin de se reposer ; ils avaient constaté qu'un sol remué, labouré, exposé à l'action de l'air, acquérait par ces pratiques mêmes une nouvelle puissance de production.

Il me paraît impossible de ne pas rapprocher cette ancienne opinion des faits que je viens d'exposer. Il en découle manifestement que la production des nitrates dans un sol placé dans des conditions particulièrement avantageuses n'est pas régulière, qu'après avoir été très active pendant un certain temps, elle décline, puis reprend, particulièrement quand la terre a été remuée, une nouvelle activité, et que cette recrudescence ne peut être attribuée qu'à une modification de la matière azotée.

Dans un mémoire publié ici même il y a plusieurs années[1] nous

1. T. VIII, p. 321, 1882.

avons constaté qu'un sol labouré chaque année perdait une quantité notable d'azote combiné, et nous avons supposé que cette perte avait lieu surtout à l'état de nitrates dont la production était favorisée par l'aération du sol remué par la charrue ; depuis cette époque M. Schlœsing a insisté sur l'influence qu'exerçait la dissémination du ferment nitrique que produit fatalement le travail du sol ; cette opinion se trouve absolument justifiée par les expériences précédentes, puisque nous voyons que le sol remué donne toujours une quantité d'acide azotique supérieure à celle qu'on peut obtenir du sol maintenu en repos, bien que dans ce dernier l'air ait pu pénétrer aisément.

Si nous examinons maintenant les chiffres constatés pendant la dernière période qui s'étend du 20 février au 20 mars, nous voyons que la recrudescence constatée pendant la huitième période ne s'est que médiocrement affaiblie.

Tandis que dans le lot n° 2, maintenu toujours à la même température et où la terre a été laissée en repos, la quantité d'acide azotique formée en un jour est restée stationnaire, très supérieure à ce qu'elle était pendant la septième période, mais à peu près égale à ce qu'on a trouvé pendant la huitième, elle s'est sensiblement amoindrie dans le lot n° 1, comme si l'effet de la trituration, d'abord très marquée, s'était très rapidement affaiblie ; la même remarque s'applique aux lots n° 3 et 4 ; 3 après avoir été trituré a surpassé 4 pendant la huitième période, mais est resté au même niveau pendant la neuvième.

En résumé, nous pouvons déduire des expériences résumées dans les paragraphes précédents les conclusions suivantes :

1° La nitrification se produit régulièrement avec la même énergie dans les lots de terre identiques soumis aux mêmes influences ;

2° Une terre fertile très divisée et arrosée produit des quantités de nitrate considérables, bien supérieures aux besoins des récoltes ;

3° La matière azotée de la terre arable est susceptible d'éprouver dans un sol humide et divisé des modifications telles qu'après avoir résisté quelque temps, elle cède ensuite à l'action du ferment nitrique ;

4° L'élévation de la température et la trituration favorisent la formation des nitrates aux dépens des matières azotées de la terre arable.

**IV. — Influence de l'addition des nitrates à la terre en expériences.**

Nous avons vu que les expériences précédentes avaient été disposées d'abord pour savoir si la diminution dans la quantité des nitrates formés dans les lots de terre maintenus en atmosphère saturée pendant un temps prolongé, n'était pas due à la présence des nitrates mêmes qui avaient pris naissance dans le sol; nous avons reconnu que cette hypothèse devait être abandonnée, en effet, les terres soumises à des lavages échelonnés à diverses époques, de telle sorte que certains lots perdissent rapidement les nitrates formés, tandis qu'ils s'accumulaient dans d'autres, ont fourni des nombres identiques; la diminution des nitrates constatée bien souvent doit donc être attribuée à l'action des végétaux inférieurs dont le développement est favorisé par le maintien des terres dans une atmosphère humide.

Il nous a paru toutefois, qu'avant de nier que la présence des nitrates pût avoir une influence fâcheuse, il convenait d'opérer autrement que nous ne l'avions fait dans nos premiers essais, et de suivre la nitrification non plus dans des lots de terre où les nitrates s'accumulaient lentement par le fonctionnement régulier du ferment nitrique, mais dans des sols additionnés, dès le début des essais, d'une quantité notable de nitrates.

Les expériences ont été disposées en atmosphère saturée; la moitié des lots de terre a reçu $0^{gr},060$ de nitrate de soude pour 100 grammes de terre, l'autre moitié la dose énorme de $0^{gr},600$ pour 100 grammes de terre.

L'extraction des nitrates a eu lieu à diverses époques; nous donnerons comme exemple des opérations les chiffres trouvés dans l'expérience n° 17, où le lavage de la terre additionnée de $0^{gr},060$ de nitrate de soude a été exécuté 31 jours après le début des essais.

La terre a été placée dans un vase d'un litre; on y introduit, pour compléter le volume de 1,000 centimètres cubes, 960 centimètres cubes d'eau; on filtre et on recueille 880 centimètres cubes de liquide; ils sont évaporés et le résidu introduit dans le ballon à chlorure de fer fournit $22^{cc},8$ de bioxyde d'azote correspondant après correction pour la température et la pression à $0^{gr},054$ d'acide azotique; en rapportant ce chiffre aux 960 centimètres cubes d'eau introduits, on trouve :

| | Gr. |
|---|---|
| Acide azotique dans le sol.................................. | 0.054 |

D'où il faut retrancher :

| | |
|---|---|
| 1° Acide azotique introduit.................................. | 0.038 |
| 2° Acide azotique existant dans la terre mise en expérience... | 0.017 |
| | 0.055 |

D'où l'on conclut que la nitrification n'a pas eu lieu.

Les dosages, effectués comme il vient d'être dit, ont conduit aux chiffres suivants :

*Acide azotique formé dans 100 grammes de terre renfermant : 1,61 et 2gr,13 d'azote par kilo.*

| Dates de la fin de l'expérience. | Durée de l'expérience. | Sans nitrates. | Terre additionnée de 0gr,060 de nitrate de soude. | Terre additionnée de 0gr,600 de nitrate de soude. |
|---|---|---|---|---|
| | Jours. | Gr. | Gr. | Gr. |
| 13 juin....... | 31 | 0.016 | — 0.001 | 0.004 |
| 29 juin....... | 39 | 0.019 | 0.005 | 0.009 |
| 20 juillet..... | 70 | 0.040 | 0.020 | — 0.029 |
| 23 août....... | 105 | 0.026 | 0.035 | 0.018 |

*Azote nitrifié en un jour dans une tonne de terre.*

| | Jours. | Gr. | Gr. | Gr. |
|---|---|---|---|---|
| 13 juin....... | 31 | 1.32 | 0.00 | 0.33 |
| 29 juin....... | 39 | 1.27 | 0.33 | 0.00 |
| 20 juillet...... | 70 | 1.48 | 0.75 | 0.58 |
| 29 août....... | 105 | 0.63 | 0.80 | 0.44 |

Bien que les expériences soient peu concordantes, elles conduisent cependant à quelques conclusions intéressantes ; il est manifeste qu'au début les nitrates ont exercé une influence fâcheuse ; tandis que la terre normale a donné après 31 et 39 jours plus de 1 gramme d'azote nitrifié par jour et par tonne, les terres additionnées de nitrates ont deux fois refusé de nitrifier et n'ont jamais donné dans les deux autres essais plus du quart de la quantité trouvée dans la terre normale.

Dans l'expérience qui a duré 70 jours la quantité formée en présence des nitrates à faible ou à forte dose est beaucoup plus forte, comme si le ferment nitrique avait eu besoin d'une certaine accoutumance aux conditions nouvelles dans lesquelles il était placé pour pouvoir fonctionner régulièrement.

L'expérience de 105 jours est trop irrégulière pour qu'on en

puisse tirer des indications bien précises, dans la terre normale une cause perturbatrice a fait disparaître les nitrates formés, par suite la comparaison ne peut plus être faite avec les deux autres lots ; mais il est visible cependant que dans ces derniers la nitrification s'est produite, et dans l'un plus énergiquement qu'au commencement, ce qui vient appuyer l'opinion qu'il a fallu une certaine accoutumance au ferment pour commencer à fonctionner.

Nous aurons occasion de revenir ailleurs sur cette curieuse propriété du ferment nitrique.

### V. — Nitrification dans les terres additionnées de sel marin.

L'influence qu'exerce le sel marin sur la végétation n'est pas nettement établie ; si, employé à forte dose, il exerce incontestablement une action fâcheuse, certains agronomes ont trouvé au contraire qu'à doses modérées, il était favorable, j'ai dû rechercher comment la nitrification se produirait dans des sols additionnés de doses variables de sel marin.

Nous avons disposé dix lots de la terre qui avait servi aux expériences précédentes, les 100 grammes employés ont été additionnés de doses croissantes de sel, depuis 0gr,100 jusqu'à 2 grammes ; les lots de terre ont été maintenus en atmosphère saturée, et on a dosé les nitrates par la méthode habituelle ; on a obtenu les résultats suivants :

*Acide nitrique formé dans 100 grammes de terre renfermant 2.13 d'azote par kilo, additionnée de doses variables de sel marin.*

| Durée de l'expérience. | Poids du sel marin ajouté. | Acide azotique formé. |
|---|---|---|
| | Gr. | Gr. |
| 40 jours | 0.100 | 0.024 |
| 82 — | 0.100 | 0.032 |
| 43 — | 0.250 | 0.028 |
| 82 — | 0.250 | 0.009 |
| 43 — | 0.500 | 0.002 |
| 82 — | 0.500 | 0.002 |
| 43 — | 1.000 | 0.001 |
| 82 — | 1.000 | 0.000 |
| 34 — | 2.000 | 0.003 |
| 82 — | 2.000 | 0.005 |

A la dose d'un millième le sel marin n'exerce pas d'action fâcheuse ; si on compare les chiffres obtenus dans ces dosages à ceux qui ont été constatés dans les terres normales maintenues dans les mêmes conditions (voy. page 292), on trouve que pour l'expérience de courte durée la présence du sel marin a été plutôt favorable que nuisible ; mais quand l'expérience s'est prolongée pendant 82 jours, la quantité d'acide azotique formé n'a pas augmenté comme elle l'a fait dans la terre normale ; nous n'avons pas constaté là l'accoutumance qui nous avait frappé dans les expériences avec les nitrates.

Avec la dose de $0^{gr},250$ pour 100 grammes, c'est-à-dire de deux millièmes et demi, l'influence fâcheuse du sel, peu sensible à l'origine, s'accentue quand l'expérience présente une grande durée ; enfin aussitôt que la dose de sel monte à 5 millièmes et au-dessus, la nitrification cesse de se produire.

Ces expériences sont donc bien d'accord avec les opinions généralement répandues sur l'influence avantageuse que peuvent exercer de faibles quantités de sel marin, sur l'action stérilisante de doses plus fortes ; il est clair que dans des sols renfermant d'une façon permanente un demi-centième de sel marin, les plantes souffriraient non seulement des propriétés nocives des chlorures, mais aussi de la pénurie des nitrates, la matière azotée du sol étant devenue incapable de les produire.

## DEUXIÈME PARTIE

### NITRIFICATION DANS LES TERRES LAISSÉES LONGTEMPS SANS ENGRAIS.

Une terre est fertile, lorsque sans engrais elle porte d'abondantes récoltes. Cette abondance de produits sans le secours d'aucun apport étranger implique que la matière azotée est utilisée; l'est-elle sous forme de nitrates? En d'autres termes, existe-t-il une relation entre la propriété que possède un sol de donner d'abondantes récoltes et son aptitude à la nitrification ?

Nous avons reconnu que la terre fertile sur laquelle ont été exécutées les expériences réunies dans la première partie de ce mémoire donnait des quantités de nitrates considérables, comment se comporteraient à ce point de vue des terres relativement stériles ?

Si, comme le supposent un certain nombre d'agronomes, l'azote

pénètre dans les plantes surtout à l'état de nitrates, nous devons non seulement constater, comme nous l'avons fait plus haut, qu'une terre fertile nitrifie aisément, mais en outre trouver encore qu'une terre qui après avoir été longtemps cultivée sans engrais, ne porte plus que de faibles récoltes, ne renferme plus qu'une matière azotée difficilement nitrifiable.

Pour savoir si cette hypothèse était exacte, j'ai mis en expériences quatre terres prises au champ de la station agronomique et qui sont restées sans engrais depuis 1875, époque où les parcelles furent dessinées dans une pièce sortant de luzerne.

A l'analyse, les échantillons prélevés ont présenté la composition suivante :

TABLEAU II. — ANALYSE DE TERRES PRÉLEVÉES EN 1887 ET RESTÉES SANS ENGRAIS DEPUIS 1875.

| NUMÉROS des parcelles. | AZOTE par kilo. | CARBONE par kilo. | ACIDE AZOTIQUE par kilo. | RAPPORT du carbone à l'azote. |
|---|---|---|---|---|
| N° 53 | 1.54 | 6.90 | 0.25 | 4.4 |
| N° 37 | 1.48 | 7.30 | 0.24 | 4.9 |
| N° 21 | 1.50 | 7.30 | 0.11 | 4.8 |
| N° 5 | 1.81 | 12.46 | 0.12 | 6.8 |

Il est tout d'abord curieux de constater que la quantité d'acide azotique existant dans les échantillons n'est pas en relation avec la quantité d'azote qu'on a dosé dans le sol ; la terre 5, la plus riche de la série en azote et en carbone, est celle qui, au moment de la prise d'échantillon, contenait le moins d'acide azotique. Il est à remarquer, en outre, que les échantillons 53 et 37 ont été prélevés au mois d'août quand les parcelles portaient des betteraves qui se développèreut très mal ; tandis que les parcelles voisines de 53 qui avaient reçu du fumier donnèrent en moyenne 37,500 kilos de betteraves Vilmorin à l'hectare, 53 n'en donna que 10,000 kilos[1] ; sur 37 la récolte fut un peu plus forte, elle s'éleva à 13,900 kilos contre 39,600 recueillis dans les parcelles voisines qui avaient reçu du fumier.

1. Voy. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 529.

Bien que la parcelle **21** présente à peu près la même richesse en azote, que les terres prélevées dans les parcelles précédentes, elle ne renfermait au moment de la prise d'échantillon en août 1887, après avoine, qu'une faible quantité d'acide azotique, comme si l'avoine s'en était saisie mieux que les betteraves, ou que la nitrification y eût été moins active.

La récolte d'avoine a été au reste passable, on a recueilli sur **21** : 26$^{qm}$,90 de grains et 32 quintaux de paille, contre 36$^{qm}$,60 de grains et 54 quintaux métriques de paille sur les parcelles fumées. Il est bien curieux de constater que cette terre qui fournit une récolte d'avoine assez bonne, soit, pour une autre plante, presque stérile ; au mois de juin 1888, on n'y a récolté que 3,670 kilos de trèfle incarnat pesé en vert, tandis que la moyenne des parcelles qui avaient reçu des fumures antérieures s'élève à 16,900 kilos de fourrage pesé vert.

Les quantités d'azote nitrique contenues dans ces divers lots de terre, au moment de la prise d'échantillons, ne sont donc pas en relations avec leur fertilité.

Peut-on aller plus loin et affirmer que les terres **53** et **37** ont donné de mauvaises récoltes de betteraves bien que les nitrates y fussent abondants. Il convient tout d'abord de savoir si cette stérilité relative ne serait pas due à un épuisement complet d'acide phosphorique, on a procédé au dosage sur les sols de ces deux parcelles et on a trouvé :

| | | |
|---|---|---|
| Terre 37............. | 1.06 | acide phosph. |
| Terre 53............. | 1.00 | par kilo, |

c'est-à-dire des quantités suffisantes pour assurer de bonnes récoltes.

La présence d'une quantité assez forte de nitrates, dans les terres **53** et **37** au moment de la prise d'échantillons, n'est pas au reste une preuve absolue que la nitrification est très active ; dans ces parcelles, les nitrates sont essentiellement mobiles, une sécheresse prolongée les fait monter à la surface, une pluie continue les entraîne dans le sous-sol, et un seul dosage ne permet pas de prévoir avec quelle énergie ils prennent naissance dans ces différents sols ; pour connaître leur aptitude à la nitrification, il convenait de disposer des expériences de longue durée, semblables à celles qui avaient été exécutées sur la terre fertile.

### § VI. — Nitrification des terres sans engrais en atmosphère saturée.

Les terres ont été placées sous une cloche où l'on maintenait un vase rempli d'eau, l'atmosphère était donc saturée. Quatre lots de 100 grammes de chacune des terres ont été employés, on a dosé l'acide azotique par la méthode indiquée page 292, pour la première terre après cinquante-quatre jours, pour la seconde après soixante-quinze jours, pour les deux dernières après cent trente jours; les expériences ont donc duré pendant la fin du mois d'août, les mois de septembre et d'octobre, de novembre et de décembre. La température, sans être très élevée, était cependant, au commencement des essais, encore favorable à la nitrification; pendant les quarante derniers jours, une partie des échantillons placés à l'étuve, a été maintenue à 35 degrés environ.

On a naturellement défalqué des quantités d'acide azotique dosées, celles qui préexistaient dans les terres au moment de la mise en expériences.

On a obtenu les résultats inscrits au tableau n° III.

Pendant la première période de cinquante-quatre jours, la nitrification est très faible dans les trois échantillons **5**, **21** et **37**, les quantités de nitrates formées pour les deux premiers sont presque exactement celles qu'on avait constatées dans les terres au moment où elles ont été recueillies; pour **37** le nombre trouvé après cinquante-quatre jours est un peu plus faible que la quantité préexistante, la nitrification ne s'est pas établie. Il en est tout autrement pour **52**, la quantité de nitrate formée est sensible.

Les échantillons traités le 2 novembre après soixante-quinze jours fournissent des nombres sensiblement plus forts; en calculant la quantité d'azote nitrifié en un jour, on reconnaît que pour les terres **5**, **21** et **37**, le mouvement s'est beaucoup accentué, tandis que la quantité formée est restée presque constante pour l'échantillon **52**.

Le 18 novembre les huit vases restants ont été divisés en deux lots; tandis que ceux que nous avons désignés sous le nom de quatrième série restaient sur la table du laboratoire, toujours en atmosphère saturée, ceux de la troisième série étaient, ce jour-là, placés sous cloche, à l'étuve, et maintenus de 30 à 35 degrés; ainsi les deux séries restent en atmosphère saturée, mais la troisième

est maintenue à une température plus élevée que la quatrième.

Si on compare les nombres de la troisième à ceux de la quatrième série, on voit qu'en général l'influence de l'élévation de la température n'a pas été très sensible; pour la terre **21** les chiffres sont identiques, pour **37**, l'échantillon de la quatrième série surpasse un peu celui de la troisième; enfin pour **5** et **53** les nombres de la

TABLEAU III. — NITRIFICATION DANS DES TERRES RESTÉES SANS ENGRAIS. (Atmosphère saturée).

| NUMÉROS DES SÉRIES. | 1re SÉRIE. 54 jours. 19 août 12 octobre. | 2e SÉRIE. 75 jours. 19 août 2 nov. | 3e SÉRIE. 130 jours. 19 août 28 déc. | 4e SÉRIE. 130 jours. 19 août 28 déc. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Acide azotique formé dans 100 grammes de terre (en milligrammes).* | | | | | |
| | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | |
| Terre n° 5....... | 0.002 | 0.005 | 0.043 | 0.037 | Pendant les quarante derniers jours, les échantillons de la 3e série ont été placés à l'étuve. |
| Terre n° 21...... | 0.002 | 0.007 | 0.042 | 0.041 | |
| Terre n° 37...... | 0.000 | 0.007 | 0.041 | 0.044 | |
| Terre n° 53...... | 0.017 | 0.027 | 0.069 | 0,066 | |
| *Azote nitrifié en une tonne de terre en un jour (en grammes).* | | | | | |
| Terre n° 5....... | 0.09 | 0.17 | 0.86 | 0.74 | |
| Terre n° 21....... | 0.09 | 0.24 | 0.84 | 0.82 | |
| Terre n° 37....... | 0.00 | 0.24 | 0.82 | 0.88 | |
| Terre n° 53...... | 0.81 | 0.90 | 1.38 | 1.32 | |

3e série ne sont supérieurs à ceux de la quatrième que d'une bien faible quantité.

Si au lieu de comparer les nombres de la quatrième série à ceux de la troisième, on établit la comparaison avec ceux de la seconde, on constate au contraire une accélération bien sensible, la quantité d'azote nitrifié en un jour atteint à ce moment celle qu'on avait constatée dès le début dans la parcelle **53** et pour celle-ci la quantité formée est beaucoup plus forte.

Il est manifeste que ce changement ne peut pas être attribué à

l'influence de la température, puisque on a mis fin à l'expérience pendant le mois de décembre, qui pour les échantillons restés sur la table du laboratoire a été moins favorable à la fin des essais qu'au début : en août et septembre. — Les lots de terre étant restés pendant toute la durée des essais enfermés sous une cloche, on ne peut pas soupçonner que la nitrification aurait été activée par l'arrivée fortuite d'ammoniaque due à une manipulation intempestive. La seule hypothèse vraisemblable est que la matière azotée de la terre s'est, pendant les dernières périodes, modifiée de façon à acquérir une aptitude à la nitrification qu'elle ne possédait pas d'abord.

Si on représentait par une courbe la marche de la nitrification dans les terres **5**, **21** et **37**, on verrait que, contrairement à ce qui a eu lieu pour la terre riche, la nitrification très faible au début a été constamment en s'accélérant, tandis que pour les quatre lots de la bonne terre, la quantité formée est restée à peu près constante; elle oscille entre 1gr,32 1gr,12 et 1gr,48, en moyenne elle est 1gr,34; elle est donc plus forte que celle qu'on trouve dans les terres **5**, **21** et **37** mais égale à celle constatée pour **53**.

Cette faiblesse de la nitrification dans les trois premières parcelles restées sans engrais au début de l'expérience, est-elle due à la pauvreté de ces parcelles en azote, ou bien à la constitution même de la matière azotée, ou enfin au mélange de cette matière azotée avec d'autres substances qui exerceraient sur la nitrification une action retardatrice?

Dans l'espoir d'obtenir quelque lumière, on a cherché ce que 100 parties d'azote organique de ces diverses terres produiraient d'azote nitrique en un jour.

Nous avons tous les éléments nécessaires pour exécuter ce calcul : en divisant les chiffres trouvés pour l'azote nitrifié pendant la deuxième période de soixante-quinze jours, période à peu près égale à celle de l'expérience réalisée sur la terre fertile, par les quantités respectives d'azote contenu dans les diverses terres, on arrive aux chiffres suivants :

Terre fertile........... $\frac{1^{g}.30 \times 100}{2610} = 0^{g}.049$

Terre n° 53........... $\frac{0^{g}\,90 \times 100}{1540} = 0.058$

Terre n° 37............ $\frac{0^{g}.24 \times 100}{1480} = 0^{g}.016$

Terre n° 21........... $\frac{0^g.24 \times 100}{1500} = 0^g.016$

Terre n° 5............ $\frac{0^g.17 \times 100}{1810} = 0^g.009.$

Ainsi la nitrification de la matière azotée de **53** est plus rapide que celle de la terre fertile et infiniment plus que celle des terres **37**, **21** et **5** ; il est manifeste qu'il n'y a aucune relation de cause à effet entre l'aptitude à la nitrification de la matière azotée des terres précédentes et l'abondance des récoltes qu'on en tire.

Si, au lieu de comparer les chiffres trouvés après les soixante-quinze jours de la seconde période, on prend les nombres constatés pendant la période de cent trente jours, en laissant de côté la terre fertile pour laquelle nous n'avons pas d'expérience de cette durée, nous obtenons les chiffres suivants :

Terre n° 53........... $\frac{1^g.32 \times 100}{1540} = 0^g.085$

Terre n° 37........... $\frac{0^g.88 \times 100}{1480} = 0^g.059$

Terre n° 21........... $\frac{0^g.82 \times 100}{1500} = 0^g.054$

Terre n° 5............ $\frac{0^g.74 \times 100}{1810} = 0^g.040.$

Les terres restent placées dans le même ordre, on voit que la nitrification de la matière azotée de la terre **53** est beaucoup plus active que celle des terres **37** et **21**, et surtout que celle de la terre n° **5**. Si enfin on compare ces nombres à ceux du tableau précédent, on reconnaît que la nitrification s'est beaucoup accentuée pendant cette période.

Que pouvons-nous conclure de ces essais relativement aux propriétés des matières azotées de la terre ?

Il est d'abord visible que la richesse en azote et en carbone d'une terre n'est pas en relation simple avec la faculté qu'elle a de produire des nitrates.

Ainsi le rapport du carbone à l'azote est sensiblement le même pour **53** et **37** et cependant **53** nitrifie très bien et très vite, **37** lentement.

La terre n° **5** présente un rapport du carbone à l'azote qui est à peu près celui d'une terre fertile et cependant la nitrification est toujours très lente à s'y établir, tandis que dès le début la quantité

formée dans la terre fertile s'est élevée à un chiffre qui n'a plus été dépassé ; la nitrification dans l'expérience de courte durée de la terre fertile n'a pas dépassé 0gr,050 d'azote nitrifié p. 100 d'azote total : la terre 5 n'a donné un nombre voisin que lorsque le séjour en atmosphère saturée a été prolongé.

Nous examinerons maintenant les résultats obtenus à l'aide des échantillons de terre laissés à l'air libre.

## § VII. — Nitrification des terres laissées sans engrais soumises à des alternatives de sécheresse et d'humidité.

Des échantillons des terres 5, 21, 27, 52 pris dans les lots qui avaient servi à disposer les expériences en atmosphère saturée, ont été placés dans des entonnoirs, comme on l'avait fait pour la terre fertile. On a remplacé régulièrement l'eau perdue par évaporation.

Les expériences ont été disposées en double, et l'extraction des nitrates pendant la première partie des essais n'a pas eu lieu pour les deux échantillons aux mêmes dates, c'est seulement à partir du 9 janvier que les dosages ont été exécutés simultanément. Les résultats qu'ils ont fournis sont réunis dans le tableau IV.

Si nous examinons d'abord les chiffres relatifs à la parcelle 52, nous constatons que la nitrification y est remarquablement active; en effet, après trente-deux jours, on y constate 10 milligrammes d'acide azotique, et quarante-deux jours plus tard encore 7 milligrammes, c'est donc en 64 jours : 17 milligrammes, le second lot en a fourni 15 milligrammes en cinquante-neuf jours. En atmosphère saturée, ainsi que nous l'avons vu plus haut, la quantité produite en cinquante-quatre jours est de 17 milligrammes, les nombres sont donc tout à fait comparables.

Si nous calculons la quantité formée en un jour, nous trouvons que pour le lot n° 1 une tonne aurait donné d'abord 0gr,81, puis 0gr,30 pendant la période suivante ; c'est-à-dire que la nitrification se serait atténuée, ainsi que nous l'avons vu pour la terre fertile étudiée dans la première partie de ce mémoire.

Si nous réunissons les deux chiffres trouvés pendant cette période de soixante-quatorze jours, nous trouvons 17 milligrammes, ce qui correspond par tonne et par jour à 0gr,598 d'azote nitrifié,

TABLEAU IV. — NITRIFICATION DANS LES TERRES RESTÉES SANS ENGRAIS.

| NUMÉROS DES PÉRIODES. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | TOTAL. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Commencement | 4 août. | 19 août. | 5 sept. | 19 août. | 17 oct. | 3 nov. | 5 déc. | 9 janv. | 27 fév. | 4 ou 10 août. |
| Fin | 5 sept. | 17 oct. | 17 oct. | 3 nov. | 5 déc. | 5 nov. | 9 janv. | 27 fév. | 12 avril. | 12 avril. |
| Durée | 32 jours. | 59 jours. | 42 jours. | 76 jours. | 49 jours. | 32 jours. | 35 jours. | 49 jours. | 45 jours. | 244 ou 229 jours. |
| *Acide nitrique formé dans 100 grammes de terre.* | | | | | | | | | | |
| | G | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| Parcelle 5 … 1 | ......... | 0.000 | ......... | ......... | 0.005 | ......... | 0.005[1] | 0.014[1] | 0.010[1] | 0.034 |
| Parcelle 5 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.000 | ......... | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.013 | 0.034 |
| Parcelle 21 … 1 | ......... | 0.005 | ......... | ......... | 0.003 | ......... | 0.007[1] | 0.012[1] | 0.010[1] | 0.037 |
| Parcelle 21 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.007 | ......... | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0 012 | 0.040 |
| Parcelle 37 … 1 | ......... | 0.005 | ......... | ......... | 0·005 | ......... | 0.007[1] | 0.012[1] | 0.010[1] | 0.039 |
| Parcelle 37 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.004 | ......... | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.011 | 0.034 |
| Parcelle 53 … 1 | 0.010 | ......... | 0.007 | ......... | 0.005 | ......... | 0.008[1] | 0.015[1] | 0.010[1] | 0.055 |
| Parcelle 53 … 2 | ......... | 0.015 | ......... | ......... | 0.006 | ......... | 0.005 | 0.010 | 0.008 | 0.044 |
| *Azote nitrifié en un jour dans 1000 kil. de terre (en grammes).* | | | | | | | | | | |
| Parcelle 5 … 1 | ......... | 0.0 | ......... | ......... | 0.23 | ......... | 0.36[1] | 0.74[1] | 0.57[1] | |
| Parcelle 5 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.0 | ......... | 0.40 | 0.44 | 0.53 | 0.74 | |
| Parcelle 21 … 1 | ......... | 0.21 | ......... | ......... | 0.15 | ......... | 0.52[1] | 0.63[1] | 0.57[1] | |
| Parcelle 21 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.23 | ......... | 0.40 | 0.52 | 0.47 | 0.69 | |
| Parcelle 37 … 1 | ......... | 0.21 | ......... | ......... | 0.26 | ......... | 0.52[1] | 0.63[1] | 0.57[1] | |
| Parcelle 37 … 2 | ......... | ......... | ......... | 0.13 | ......... | 0.48 | 0.44 | 0.37 | 0.63 | |
| Parcelle 53 … 1 | 0.81 | ......... | 0 30 | ......... | 0.26 | ......... | 0.60 | 0.83[1] | 0.57[1] | |
| Parcelle 53 … 2 | ......... | 0.62 | ......... | ......... | 0.30 | ......... | 0.36 | 0.53 | 0.45 | |

1. A l'étuve depuis le 22 novembre.

chiffre voisin de $0^{gr}63$ trouvés pour le lot n° 2 et un peu plus faible que celui qui a été constaté en atmosphère saturée.

Du 17 octobre au 5 décembre, les deux lots sont à peu près d'accord : pour l'un la nitrification s'est affaiblie légèrement puisqu'elle n'est plus que $0^{gr},26$ d'azote par tonne et par jour, pour l'autre, elle est restée au chiffre constaté pour la période n° 3.

Le 5 décembre les deux lots sont séparés, l'un reste à l'air libre du laboratoire, l'autre est mis à l'étuve ; le lot à l'étuve accuse aux deux dosages suivants une nitrification plus active, on peut constater dans l'échantillon 52[2] une recrudescence analogue à celle que nous avons constatée dans la bonne terre. Tandis qu'une tonne nitrifiait pendant la troisième et la cinquième période $0^{gr},30$ d'azote par jour, cette quantité s'élève à $0^{gr},36$ pendant la septième période pour le lot resté à l'air libre, puis monte à $0^{gr},53$ et retombe enfin à $0^{gr},45$. La recrudescence d'activité est bien visible. Il est manifeste que la nitrification présente dans cette terre n° 52 une marche analogue à celle qu'on a constatée pour la bonne terre.

Pendant les deux cent quarante-quatre jours écoulés du 4 août 1887 au 12 avril 1888, 100 grammes de cette terre ont donné $0^{gr},044$ d'acide azotique, renfermant $0^{gr},011$ d'azote ou 110 grammes par tonne ; en calculant pour un jour on trouve $0^{gr},46$ d'azote nitrifié, chiffre beaucoup plus faible que celui qu'on a constaté pour la terre restée en atmosphère saturée et plus faible également que $1^{gr},07$ trouvés pour le lot n° 4, de la terre fertile restée à l'air libre.

Mais si on cherche la quantité d'azote nitrifié pour 100 d'azote total on trouve :

$$\text{Pour la terre fertile } \frac{117 \text{ gr.}}{2610 \text{ gr.}} = 0^{s}.044$$

$$\text{— — } 53 \ \frac{46 \text{ gr.}}{1540 \text{ gr.}} = 0^{s}.030,$$

c'est-à-dire des chiffres très peu différents.

Ainsi quand on l'observe en atmosphère saturée cette terre nitrifie comme la terre fertile, mais à l'air libre la nitrification est moins active, les résultats sont résumés dans les lignes suivantes.

*Azote nitrifié par jour dans une tonne de terre.*

| | Atmosphère saturée. | Air libre. |
|---|---|---|
| | Gr. | Gr. |
| Terre fertile................ | 1.30 | 1.07 |
| Terre n° 53................ | 1.32 | 0.46 |

*Azote nitrifié par jour et par tonne pour 100 d'azote dans la terre.*

| | Atmosphère saturée. | Air libre. |
|---|---|---|
| | Gr. | Gr. |
| Terre fertile................ | 0.049 | 0.044 |
| Terre n° 53................ | 0.085 | 0.030 |

Il est donc manifeste que cette terre restée sans engrais depuis 1875 renferme encore une matière azotée très nitrifiable ; quand les conditions sont favorables, cette matière azotée se nitrifie mieux que celle que renferme la terre fertile, mais à l'air libre la nitrification est analogue, et comme **53** renferme beaucoup moins d'azote que la terre fertile, la quantité nitrifiée pour une tonne en un jour est plus faible.

La marche de la nitrification est toute autre dans les trois autres parcelles; au lieu de présenter dès le début de l'expérience une très grande activité, elle est au contraire très lente ; au lieu de s'affaiblir, pour reprendre ensuite une allure plus rapide, presque partout il y a une accélération continue. On se rappelle que cette allure de la courbe a déjà été constatée dans les lots maintenus en atmosphère saturée. Dans la parcelle **5**[2] les quantités d'azote nitrifié pour une tonne en un jour sont successivement 0gr,0, 0gr,40, 0gr,44, 0gr,53, 0gr,74 pour le lot resté à la température variable du laboratoire. Il est très curieux de constater en outre que l'influence de l'étuve est peu sensible, c'est seulement pendant la période du 9 janvier au 27 février, que le nombre trouvé pour le lot maintenu à l'étuve est supérieur à celui qui a été obtenu à l'air libre.

La nitrification ne suit pas dans la parcelle **21** une marche tout à fait aussi régulière : les quantités d'azote nitrifié en un jour dans une tonne sont représentés par les nombres, 0gr,23, 0gr,40, 0gr,52, 0gr,47 et 0gr,69 ; c'est-à-dire qu'à une exception près, elle va aussi en s'accélérant ; l'allure générale de la courbe est la même, mais il y a une inflexion que nous n'avons pas constatée dans la parcelle **5**. L'influence de l'étuve est nulle, puisqu'à la fin des

essais, le lot resté à la température ordinaire donne 3 milligrammes d'acide azotique de plus que celui qui a été maintenu à l'étuve.

Enfin pour la parcelle 37[2], la courbe est irrégulière ; la nitrification, d'abord très faible, s'élève pendant la sixième période du 3 novembre au 5 décembre, reste à peu près stationnaire, s'affaiblit, puis montre une recrudescence sensible.

A la fin des essais, après deux cent vingt-neuf jours de nitrification, la quantité d'azote nitrifié par jour et par tonne ne varie pour les trois terres qu'entre des limites assez étroites. On trouve en effet :

*Azote nitrifié par jour et par tonne.*

| | Gr. |
|---|---|
| Terre n° 5 | 0.37 |
| Terre n° 21 | 0.43 |
| Terre n° 37 | 0.41 |

chiffres presque moitié plus faibles que ceux qu'on a constatés en atmosphère saturée. On remarquera que la terre n° 5 reste toujours la dernière. Or elle renferme une proportion de matière organique beaucoup plus forte que les autres, elle devrait donc mieux retenir l'humidité, et son infériorité sur les deux autres montre, comme les chiffres trouvés en atmosphère saturée, que les terres renferment des matières azotées inégalement nitrifiables, ou bien que la richesse en matière carbonée de la terre 5 y retarde la nitrification. Les différences apparaissent clairement en calculant la quantité nitrifiée pour 100 d'azote de la terre.

On a ainsi :

Terre n° 5 .................. $\frac{0^{g}.37 \times 100}{1810} = 0^{g}.020$

Terre n° 21 .................. $\frac{0^{g}.43 \times 100}{1500} = 0^{g}.028$

Terre n° 37 .................. $\frac{0^{g}.041 \times 100}{1480} = 0^{g}.027.$

### III. — Résumé et conclusion.

En commençant ces recherches nous espérions trouver, comme MM. Lawes, Gilbert et Warington, qu'une terre épuisée par la culture ne renferme plus qu'une matière azotée difficile à nitrifier, et que la stérilité relative qui suit les récoltes se succédant sans engrais était due non seulement à la diminution dans la richesse

du sol en matière azotée, mais aussi à l'état particulier de cette matière, plus difficile à transformer en produits solubles que ne l'était la matière contenue dans les terres fertiles.

Cet espoir n'a été que partiellement réalisé : si, en effet, les terres **27**, **21** et **5** renferment une matière organique d'une nitrification difficile, tellement qu'il faut laisser les échantillons pendant quelques semaines dans les conditions les plus favorables pour que les nitrates apparaissent; si, par conséquent, ces terres en place ne donnant probablement que des quantités de nitrates faibles, justifient l'opinion des savants agronomes de Rothamsted sur l'épuisement, par une série de cultures, de la matière organique facilement nitrifiable, il est bien à remarquer cependant que la matière organique d'abord inerte, finit par se métamorphoser et devient nitrifiable. Les faits observés sur les parcelles **5**, **21** et **27** ne sont donc pas en opposition avec l'opinion que les nitrates constituent la forme assimilable de l'azote; en revanche cette opinion est contredite par ce que nous avons observé pour la parcelle **52**. Bien que cette terre soit pauvre en azote, $1^{gr},54$ p. 1000, plus pauvre que la terre voisine **5**, elle donne plus de nitrates, et sa matière azotée est plus nitrifiable que celle d'une terre fertile quand elle est placée dans des conditions qui favorisent la nitrification.

Or cette terre qui donne aisément des nitrates est devenue incapable de nourrir une récolte de betteraves, puisqu'en 1887 on n'a recueilli que 10,000 kilos sur **52**; tandis que **27** qui nitrifie moins bien en donne 13,900, et que les autres parcelles analogues à la terre fertile prise comme terme de comparaison en fournissent de 35 à 40,000 kilos.

Il est donc manifeste que, maintenue en expériences au laboratoire, la terre n° **52** a montré une aptitude à la nitrification remarquable tout à fait en contradiction avec la stérilité qu'accuse la dernière récolte de betteraves.

Cette contradiction est curieuse et il importe d'y insister.

On objectera que si la terre n° **52** a produit des nitrates au laboratoire, peut-être elle n'en a pas produit en place et qu'ainsi la contradiction n'existerait pas, et tout de suite nous rappellerons le tableau de la page 308 qui fait voir qu'au moment où l'échantillon a été prélevé, il renfermait $0^{gr},25$ d'acide azotique par kilo, ce qui est considérable, et n'annonce pas que les conditions favorables à la nitrification aient fait défaut.

On n'a même pas pour la parcelle **52** à faire intervenir un retard dans la nitrification, laissant passer les premiers mois de végétation sans fournir à la plante les éléments nécessaires à son développement ; ces retards si marqués pour les parcelles **27** et **21**, ne se sont pas produits pour **52**.

Nous nous trouvons donc devant ce résultat inexpliqué jusqu'à présent, la terre n° **52**, bien que pauvre en azote, donne une quantité de nitrates considérable, elle renferme donc une matière azotée essentiellement nitrifiable et cependant elle n'a porté qu'une très faible récolte de betteraves.

Dans l'espoir d'éclaircir cette question qui me paraît avoir ce très grand intérêt qu'elle montrerait peut-être que les betteraves comme le trèfle exigent une alimentation azotée autre que les nitrates, on a repris l'étude de la nitrification de cette parcelle, en plaçant la terre dans des conditions analogues à celle où elle se trouve quand elle est en place.

Je me fais un devoir en terminant de remercier M. Paturel, chimiste de la station de Grignon, de l'aide attentive qu'il m'a prêtée pendant la durée de ce long travail.

---

## BIBLIOGRAPHIE

**Bibliothèque de l'enseignement agricole**, publiée par M. MUNTZ. — **Le Cheval**, par M. LAVALARD. Tome I (Firmin-Didot, 1888). — La collection publiée par M. Muntz vient de s'enrichir de deux nouveaux volumes; M. Baron, professeur à l'École d'Alfort, a publié les *Méthodes de reproduction en zootechnie*, que je n'ai pu encore que parcourir, et sur lequel je ne saurais formuler aucune opinion, et un livre important, celui qu'a écrit sur le cheval M. Lavalard, administrateur des Omnibus et maître de conférences à l'École normale.

C'est toujours une bonne fortune pour le lecteur qu'un homme, ayant acquis par ses occupations une connaissance profonde d'un sujet, veuille bien s'astreindre à composer un ouvrage dans lequel il fait profiter le public de son expérience et de ses longues observations. Boussingault, bien qu'il n'eût pas eu à se plaindre de la presse, n'épargnait pas les sarcasmes aux auteurs agricoles, et disait : « Ceux qui cultivent n'écrivent pas; mais, en revanche, ceux qui ne cultivent pas écrivent toujours. » Ce n'est pas ce genre de reproche qu'on pourra adresser à M. Lavalard, peu de personnes auront eu un champ d'observations plus vaste que le sien, et je serais assez disposé à lui chercher querelle de n'avoir pas fait valoir les conditions avantageuses dans lesquelles

il était placé et écrit dans une page d'introduction pourquoi et comment il avait composé son ouvrage.

La première partie traite de l'alimentation du cheval; et tout d'abord l'auteur s'occupe de l'avoine, indique sa composition, qui est très variable, non seulement avec les provenances et les variétés, mais encore avec les années et les engrais distribués, ainsi que nous l'avons établi il y a déjà plusieurs années[1]. Bien que la production de l'avoine ait atteint en France, en 1881, 89 millions d'hectolitres, elle est encore insuffisante, et nous importons tous les ans de 1 à 3 millions d'hectolitres. On sait que, malgré cette insuffisance de notre production, la fièvre protectionniste qui règne actuellement a déterminé le Parlement à établir un droit de douane sur l'avoine étrangère. M. Lavalard n'est pas partisan des droits protecteurs; en effet, si artificiellement on élève le prix de l'avoine, on sera conduit à en donner moins aux chevaux d'élevage, qui sont cependant un important article d'exportation. Découvrir les épaules des uns au profit des épaules des autres, c'est toujours, en définitive, ce à quoi aboutissent les tarifs protecteurs. Ce chapitre comprend encore une étude détaillée des appareils destinés à nettoyer l'avoine et à la conserver, et, enfin, le résumé des expériences exécutées par MM. Muntz et Girard sur la digestibilité des différents principes contenus dans l'avoine.

M. Lavalard passe successivement en revue les succédanés de l'avoine, le maïs, l'orge, etc., puis il arrive au foin, et montre de la façon la plus nette quels avantages a rencontrés la Compagnie des omnibus à employer les foins en balles pressées, qui lui ont permis d'étendre au loin son rayon d'approvisionnement.

Un des chapitres les plus intéressants de l'ouvrage est, sans doute, celui dans lequel l'auteur rapporte les expériences qui ont permis à la Compagnie des omnibus et à celle des voitures de place de substituer, dans l'alimentation des chevaux, le maïs à l'avoine. La quantité de maïs produite en Amérique est énorme; il y a là une ressource considérable, capable de pallier, dans une certaine mesure, les disettes de fourrages qui se produisent de temps à autre dans notre pays, et, par suite, de diminuer la baisse de prix des animaux sur pied qui, d'après notre collègue M. Dubost, la suit forcément.

M. Lavalard discute non seulement la ration des chevaux de la Compagnie des omnibus, mais celle des chevaux de troupe; il retrouve là les anciennes observations si judicieuses, si bien conduites, de Baudement, ancien professeur à l'Institut agronomique, puis au Conservatoire des arts et métiers, près duquel nous avons passé de longues années au début de notre carrière.

Baudement avait déjà montré que les chevaux de troupe sont insuffisamment nourris, M. Lavalard pense de même : « Par le temps de paix armée que nous traversons en ce moment, les chefs des états-majors généraux ne doivent pas oublier que l'entraînement des chevaux ne peut se faire en un jour. Et si toutes les précautions sont prises pour que l'armée soit mobilisée dans un temps très court, on ne peut en faire autant pour les chevaux, qui doivent être préparés de longue main aux fatigues de la guerre. Ce résultat ne peut être

1. *Ann. agron.*, t. VII, 1881.

obtenu que par des exercices souvent répétés et par une alimentation suffisante.

« En un mot, la cavalerie doit toujours être entraînée, puisque c'est elle qui aura à subir le premier choc. — Et il est bien évident que c'est l'armée qui aura les chevaux les mieux entraînés qui pourra obtenir les premiers succès, qui décident souvent de toute la campagne. »

La deuxième partie du livre de M. Lavalard traite des écuries, des litières et des pansages, la dernière est intitulée : Maréchalerie.

Je serais très étonné que *le Cheval* ne contribuât pas, dans une large mesure, au succès de la publication entreprise par M. Muntz.

P.-P. D.

LES VIGNES AMÉRICAINES. **Leur greffage et leur taille**, par M. F. SAHUT. — Parmi les diverses méthodes préconisées pour rétablir nos vignobles ravagés par le phylloxéra, la vigne américaine paraît la plus efficace. Toutes les personnes qui ont pu voir depuis dix ans des vignes américaines en pleine végétation, au milieu des vignes françaises dépouillées, ont été convaincues ; cependant les discussions se sont prolongées fort longtemps entre les partisans de ces cépages et les partisans des insecticides.

M. Félix Sahut a publié dans le *Progrès viticole* de M. Degrully un grand nombre d'articles sur les vignes américaines ; il les a réunis en un volume intéressant, dans lequel il décrit les divers cépages à production directe et porte-greffes ; son livre sera consulté avec fruit par les viticulteurs désireux de choisir les cépages aptes à prospérer sur un sol d'une nature déterminée.

J'avoue avoir été surpris de trouver à la fin du volume de M. Sahut une discussion sur l'origine du phylloxéra ; je croyais qu'il avait été clairement démontré par M. Planchon que l'insecte était d'origine américaine et je supposais la cause entendue : M. Sahut rappelle les objections que soulève la théorie du savant botaniste de Montpellier ; elles ne m'ont pas paru assez nombreuses ni assez solides pour me faire changer d'avis.

**Annuaire de la station expérimentale fromagère de Lodi** (1885), en *langue italienne*. — On sait quelle importance présente pour la Lombardie la fabrication du fromage ; les admirables prairies irriguées des environs de Milan, qui atteignent le prix de location de 500 francs par hectare, fournissent les aliments à des vaches tenues en stabulation, et leur lait est métamorphosé en fromage dit de Parmesan, dont la réputation est universelle. Nous avons eu occasion de visiter les magasins dans lesquels sont accumulés les fromages qui acquièrent, en vieillissant, toutes leurs qualités, magasins qui contiennent pour plusieurs centaines de mille francs de marchandises.

On conçoit que le gouvernement italien ait voulu permettre à cette importante industrie agricole d'acquérir tout le développement qu'elle comporte, aussi a-t-il créé à Lodi un enseignement expérimental confié à M. le professeur Carlo Besana, assisté de MM. les docteurs Sartori et Rava.

Le cours de M. Besana dure seulement trois mois, d'avril à juillet ; le programme comprend en général toutes les connaissances nécessaires aux praticiens, destinés à conduire cette importante fabrication.

Le fascicule que nous analysons renferme encore une étude sur l'action qu'exerce la presure sur le lait porté à une température élevée ; un résumé des études les plus récentes sur la constitution chimique du lait de vache ; des expériences comparatives sur la détermination du beurre dans le lait par diverses méthodes...

Enfin nous devons signaler encore, dans ce même fascicule, une étude très soignée de M. le docteur Rava sur la fabrication du fromage de Reggio, qui est à tort désigné habituellement sous le nom de fromage de Parmesan, bien que la province de Reggio travaille 176,000 hectolitres de lait contre 80,000 mis en œuvre dans la province de Parme, bien que Reggio produise 10,607 quintaux de fromage et 3,053 de beurre contre 4,215 quintaux de fromage et 1,473 de beurre fourni par la province de Parme. Les personnes qui voudront savoir quels sont les procédés suivis liront avec fruit le travail de M. Rava.

**Matériaux pour une monographie concernant les phénomènes de la transpiration des plantes**, par M. le Dr A. BURGERSTEIN[1]. — L'auteur s'est livré à un travail susceptible de rendre aux physiologistes les plus grands services : le nombre des recueils périodiques qui se publient en France et à l'étranger est considérable, et il devient chaque jour plus difficile de connaître tous les travaux qui s'accumulent peu à peu sur un sujet que l'on veut aborder ; on se trouve ainsi exposé à recommencer des recherches déjà exécutées ou à ne pas profiter des résultats déjà obtenus.

Pour la transpiration des plantes ces dangers seront évités, M. Burgerstein ayant fouillé tous les recueils, et donnant pour tous les mémoires l'analyse des expériences exécutées et des conclusions de l'auteur, ainsi que l'indication de la source où il a puisé ; une table par nom d'auteurs termine le fascicule et facilite les recherches.

Il m'a paru que les analyses des travaux cités sont claires, nettes, précises, fournissant de premières indications très précieuses. L'auteur ne se livre à aucune interprétation ni à aucune critique, et on ne saurait que l'en louer ; s'il avait abordé la discussion, il lui aurait fallu écrire un volume, tandis que, très modestement, il s'est borné à accumuler des matériaux.

On ne saurait trop encourager des publications analogues à celles de M. Burgerstein ; si on avait des travaux analogues pour l'assimilation, la respiration etc., les recherches deviendraient singulièrement plus faciles et plus fructueuses.

P.-P. D.

**Rapport adressé par le comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles au sujet des méthodes à suivre dans l'analyse des matières fertilisantes** (Extrait du *Bulletin d'agriculture*). — M. le ministre de l'agriculture a adressé l'hiver dernier aux directeurs des stations agronomiques le rapport dont nous donnons le titre en tête de cet article, et cet envoi leur sera très utile.

Dans ce fascicule sont décrits avec grand détail tous les procédés employés

1. *Materialen zu einer*, etc. Wien, 1887. A. Holder.

pour doser les diverses matières qui donnent aux engrais leur valeur commerciale, et très sagement le rapport décrit habituellement différents procédés qui peuvent être employés concurremment et se contrôlent réciproquement; c'est ainsi qu'après avoir indiqué comment on dose la potasse par l'acide perchlorique en utilisant les méthodes étudiées par M. Schlœssing, il décrit le procédé de MM. Corenwinder et Contamine qui réduisent le chloroplatinate de potassium à l'état de platine métallique au moyen du formiate de soude. En utilisant le tour de main de M. Voussen, que nous avons publié déjà, ce procédé est excellent.

Tout le paragraphe consacré au dosage de l'azote sous ses diverses formes nous a paru à première lecture excellent. J'avoue cependant avoir été étonné, dans le dosage de l'acide nitrique, de ne voir aucune mention du sulfate de fer employé pour absorber le bioxyde d'azote dégagé. Il est manifeste qu'en comptant seulement comme bioxyde d'azote ce que le sulfate de fer absorbe, on peut faire une petite erreur en moins et qu'enfin on est conduit à calculer le volume du gaz en tenant compte de la température et de la pression, mais ce calcul est tellement aisé qu'il me paraît bien plus avantageux de l'exécuter que de s'en tenir à observer un volume de gaz toujours souillé des gaz de l'eau et parfois de l'acide carbonique contenu dans les carbonates de l'engrais. Il est vraisemblable que si cette méthode, très généralement usitée, est condamnée par le comité, il doit avoir des raisons solides pour ne pas même mentionner cet emploi classique du sulfate de fer. Si l'on veut décider ceux qui emploient cet absorbant à l'abandonnner, c'est sans doute qu'il présente des inconvénients qu'ils ignorent, et qu'ils eussent été heureux de connaître.

Ce n'est pas non plus sans un profond étonnement que nous avons vu que dans le dosage de l'acide phosphorique, il n'est fait nulle mention de la méthode par l'urane constamment employée dans les laboratoires de chimie agricole, et qui donne des résultats d'une exactitude remarquable, en même temps qu'elle est d'un emploi rapide et commode. Mes élèves de l'École de Grignon en font usage depuis plus de dix ans, et bien qu'on ne puisse pas, en général, les considérer comme des chimistes très expérimentés, ils donnent à leurs analyses de concours le nombre entier exact, et très souvent même exacte aussi la première décimale. Ici encore il semble qu'il eût fallu au moins discuter cette méthode et indiquer en quoi elle est fautive. Dans la discussion à laquelle s'est livrée la nombreuse commission librement rassemblée par l'Association des chimistes de sucrerie, cette méthode a été longuement discutée et une très grande majorité d'hommes compétents, la pratiquant journellement, l'avait trouvée exacte et rapide; nous avons publié toute cette discussion dans le *Bulletin de la Société des chimistes*. La commission officielle ne la désigne même pas. Il est manifeste qu'elle a des raisons sérieuses pour condamner ce procédé; ces raisons, nous serions heureux de les connaître.

En effet, la circulaire qui accompagne le rapport est conçue en termes très absolus. — M. le ministre écrit : *J'ai approuvé ce règlement et j'ai décidé que les procédés indiqués par le comité seraient seuls employés à l'avenir dans les stations agronomiques et les laboratoires agricoles subventionnés par mon administration.*

Je suppose que les chimistes des stations agronomiques, tous disciplinés, obéiront aux ordres de M. le ministre, mais il est vraisemblable que les chimistes industriels ne consentiront pas facilement à abandonner une méthode, avec laquelle ils sont familiarisés depuis longtemps, pour en adopter une autre qui, lorsqu'elle n'est pas pratiquée par des mains très habiles et très soigneuses, donnent des chiffres trop forts; on arrivera ainsi au désaccord qu'il s'agissait précisément d'éviter.

Si sur deux points le rapport appelle quelques critiques sérieuses, il n'en est pas moins une œuvre importante et utile; il est vraisemblable que la commission dans quelques années publiera un nouveau rapport dans lequel on ne trouvera plus matière à discussion; elle est composée, en effet, d'esprits éclairés et libéraux, qui écrivent dès leur première page : « La commission n'a pas la prétention d'avoir fait une œuvre définitive; elle croit pouvoir laisser ouverte l'inscription de procédés nouveaux ou perfectionnés lorsque ceux-ci auront fait leur preuve. »

P.-P. D.

**Annales de l'École d'agriculture de Montpellier**, t. III, 1887. — Cet ouvrage témoigne de la féconde activité du corps enseignant.

M. Chabaneix y a inséré ses recherches dynamométriques sur le tirage des charrues, et une reproduction des documents météorologiques recueillis pendant l'année écoulée de décembre 1885 à décembre 1886. MM. Degrully et Pierre Viala ont continué leurs études sur l'olivier, M. Valery Mayet a donné un récit intéressant de son voyage dans le sud de la Tunisie.

La plus grande partie est consacrée toutefois à l'étude de la vigne et du vin. MM. Viala et Ravaz impriment un mémoire sur la maladie connue sous le nom de *mélanose;* MM. Foëx et Ravaz s'occupent du rot blanc. MM. Audoynaud et Bouffard rapportent les nombreuses expériences qu'ils ont exécutées sur la pratique si discutée du plâtrage de la vendange ou du vin. Enfin, le mémoire le plus important par les conséquences pratiques qu'il peut avoir est le rapport adressé par M. Viala sur le voyage qu'il a exécuté en Amérique pour rechercher des cépages résistant au phylloxéra et végétant sur les sols calcaires; on sait que M. Viala n'a pas trouvé de producteurs directs, mais pense que les variétés *V. Berlandieri*, *V. cinerea*, et *V. cordifolia* sont les porte-greffes qui offrent le plus de chances de réussite.

Cette nomenclature rapide des mémoires publiés dans ce volume dévoile l'esprit d'iniative, l'entrain qui caractérisent l'École; elle a conscience de la grande mission qui lui incombe, rétablir la prospérité viticole de la France; elle ne s'y épargne pas et ses efforts ont déjà été couronnés de succès.

**Cours complet de viticulture**, par M. G. Foex [1], 2e édition. — Il n'y a pas une année que nous annoncions la première édition de ce volume, il a fallu rapidement le réimprimer. C'est là une preuve manifeste des nombreuses qualités qui l'ont fait rechercher des viticulteurs. Dans la préface de cette seconde édition l'auteur nous apprend qu'il a développé, d'après les travaux récents du

1. Bureaux du *Progrès agricole*, Montpellier, 1 fort vol., 16 francs.

regretté E. Planchon, les pages consacrées à l'ampélographie; en outre les chapitres relatifs au mildew et aux diverses maladies cryptogamiques ont été l'objet de nombreuses additions, on y a décrit notamment les meilleures appareils destinés aux traitements anticryptogamiques.

**Compte rendu des cultures entreprises en 1886-1887 dans les champs d'expériences et de démonstration de la Côte-d'Or,** par M. Magnien, professeur départemental d'agriculture.

Nous avons eu déjà l'occasion de signaler le mouvement qui se produit dans le pays tout entier pour arriver à élever le rendement à l'hectare dans la culture des céréales, soit par l'emploi de variétés plus prolifiques que celles qu'on cultive d'ordinaire, soit par l'application judicieuse d'engrais appropriés; nous avons notamment appelé l'attention sur les résultats signalés par M. Garola, professeur départemental d'Eure-et-Loir, et les nombreux essais de MM. Osmin Petit, René Berge, Nantier, etc., etc.

M. Magnien rapporte aujourd'hui les résultats constatés en 1887 dans la Côte-d'Or.

Un grand nombre d'expériences ont porté sur la culture du blé, les champs ont été habituellement disposés d'une façon ingénieuse qui facilite les comparaisons.

Pour que cette comparaison soit aisée, il faut qu'elle puisse s'établir sur des parcelles voisines semées avec la même variété, mais ayant reçu des engrais différents, ou bien au contraire entre des parcelles ayant reçu des engrais semblables agissant sur des variétés différentes. On y réussit en semant toutes les parcelles d'une bande orientée, par exemple, du nord au sud avec la même variété et en distribuant le même engrais à toutes les bandes de parcelles orientées de l'est à l'ouest.

M. Magnien a eu soin de prélever partout des échantillons de terre qui ont été soumis à l'analyse, de façon à lier les résultats des engrais à la composition du sol. Ce qui frappe davantage quand on étudie les documents réunis par M. Magnien, c'est de voir tout d'abord combien il a rencontré de bonne volonté, de désir de bien faire parmi les cultivateurs auxquels il s'est adressé.

Quand on sait à quelles dépenses d'argent et de temps entraînent les expériences de culture, quand on songe que les posées des parcelles arrivent au moment même de la moisson, on est étonné que les essais aient pu être disposés en si grand nombre.

Cette multiplicité d'expériences est au reste nécessaire. Il est curieux de constater dans le fascicule de M. Magnien combien les résultats varient d'un sol à un autre; l'ordre dans lequel se placent les variétés changent fréquemment; il est probable qu'il changera également d'une année à l'autre; pendant les années à hiver rigoureux comme celui de 1887-88 les variétés septentrionales souffriront moins que celles qui sont originaires du midi, mais pendant les étés secs et chauds comme celui de 1887, ces variétés méridionales moins sujettes à s'échauder prendront au contraire le dessus; il y a donc de longues études à entreprendre pour être fixé sur les variétés qui présentent le plus de chances de réussite et on ne saurait trop louer les professeurs départementaux qui savent entraîner les agriculteurs dans la longue série d'expériences à exécuter.

**Rapport sur les champs de démonstration de la Seine-Inférieure**, par M. A. Houzeau, directeur de la station agronomique, membre correspondant de l'Institut. — Nous avons déjà l'an dernier signalé les expériences exécutées ou dirigées par M. Houzeau[1], et nous voulons y revenir cette année, car elle présentent un intérêt particulier.

Ces expériences ont surtout pour but de chercher dans quels cas les engrais chimiques sont appelés à réussir et M. Houzeau a voulu que les résultats fussent particulièrement visibles, de là la disposition en tableaux synoptiques qu'il a adoptée et qui est d'une clarté remarquable.

Sur une colonne sont inscrits tous les chiffres constatés : poids de la semence de blé ou d'avoine employé, poids de la récolte en grain et en paille; sur une colonne voisine, tous ces chiffres sont convertis en argent; on en retranche la dépense d'engrais et on a la somme à comparer à celle qui représente la valeur de la récolte quand on s'est abstenu de faire la dépense d'engrais chimiques.

Sur deux colonnes pareilles, mais imprimés sur un papier autrement teinté, sont inscrits les chiffres obtenus sur le champ témoin; la comparaison s'établit ainsi sans peine, les différences se saisissent d'un coup d'œil. Sur cinq expériences avec le blé à épi carré, quatre donnent une plus value marquée à l'emploi des engrais chimiques; ce succès est dû non seulement à la plus grande vigueur de la plante trouvant dans le sol des aliments à consommer, mais aussi aux moindres ravages des insectes nuisibles et notamment des mans, qui ou bien ont été apportés sur les champs cultivés au fumier par ce fumier même, ou bien ont été détruits par les engrais chimiques s'ils préexistaient également dans les champs de démonstration et dans les champs témoins.

Les récoltes les plus fortes ont été de 36 quintaux métriques de grains à l'hectare correspondant à 46 hectolitres; ce sont là des chiffres élevés de nature à encourager les cultivateurs à bien choisir semences et engrais.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Chimie agricole.

**Recherches sur la fixation de l'azote dans le sol**, par MM. Arm. Gautier et R. Drouin. — On sait quels intéressants travaux a suscités depuis quelques mois cette délicate recherche; en reprenant ce sujet : « Une terre artificielle est-elle susceptible de s'enrichir en azote? » les auteurs ont dû d'abord trouver un procédé de dosage qui les mît à l'abri de toute incertitude; ils ont soumis à une critique attentive les procédés en usage et s'expriment ainsi : « Le procédé dit de *Kjeldahl* (destruction totale des matières organiques par l'acide sulfurique concentré et le permanganate), appliqué dans notre cas spécial, ne nous a donné que des résultats peu encourageants. Cette méthode est d'un emploi long et incommode lorsque, dans de grandes masses de terres calcaires, il faut rechercher de faibles quantités d'azote...

« D'autre part, nous avons dû renoncer à la méthode de Will et Varentrap, trop infidèle, dans les cas où l'azote est mélangé à plus de mille et dix mille

1. *Annales agron.*, t. XIII, p. 277.

fois son poids de terre siliceuse et calcaire. En partant d'un poids connu d'albumine, nos dosages par cette méthode ne nous ont donné que 90 p. 100 et quelquefois 80 p. 100 de l'azote introduit. Après bien des essais, nous sommes revenus au dosage de l'azote total par la méthode de Dumas modifiée, comme l'avaient déjà fait MM. Schlœsing et Muntz; mais notre dispositif est plus simple et plus rapide. Dans un tube de Bohême, de 1m,15 de longueur, dont l'extrémité fermée est tordue en crosse de fusil, on introduit successivement : 1° 15 grammes de chlorate de potasse fondu, pulvérisé avec 10 grammes d'oxyde de cuivre; 2° quantité suffisante de carbonate de manganèse; 3° de l'oxyde de cuivre pur, puis le mélange de 30 à 50 grammes de la terre à analyser, dont l'humidité est dosée, avec cinq fois son poids d'oxyde de cuivre neuf, très fin; 4° une colonne du même oxyde et 0gr,15 de cuivre réduit pulvérulent, chaque couche dûment séparée des autres par des tampons d'amiante. Après avoir soigneusement chassé l'air par le vide et l'acide carbonique du carbonate de manganèse, on fait la combustion comme dans les analyses d'azote ordinaires et on la termine dans un courant d'oxygène qu'on dégage du chlorate de potasse, tant que le cuivre placé en avant ne s'est pas oxydé. On extrait enfin les dernières portions d'azote en réchauffant le carbonate manganeux.

« Il serait trop long d'indiquer ici les avantages de ce mode de procéder, de donner les détails et de décrire les précautions à prendre pour les lectures et la constatation de l'absence de bioxyde d'azote et d'oxygène (dont on n'a trouvé qu'une seule fois une bulle à la suite d'un accident do combustion). Nous nous bornerons à dire que les résultats sont très exacts. — Voici une de nos analyses. Pris : sable siliceux et calcaire exempt d'azote, 30 grammes; ajouté 1 gramme d'albumine contenant 0gr,0160 d'azote; trouvé 0gr,0161. . .

« En soumettant à ce mode de dosage des terres artificielles placées dans des vases de terre vernissés et disposés de façon à pouvoir recueillir es eaux d'égouttage, on a obtenu les résultats suivants :

| Expériences. | | Azote perdu. Gr. | Azote fixé. Gr. |
|---|---|---|---|
| I | Sols privés de matière organique. | 0.0050 | |
| II | | 0.0127 | |
| III | | 0.0294 | |
| IV | | 0.0175 | |
| V | Sols pourvus de matière organique. | ...... | 0.1005 |
| VI | | ...... | 0.0455 |
| VII | | ...... | 0.2014 |

« Ce qui signifie que les sols pourvus de matières organiques, et ceux-là seulement, fixent l'azote libre ou ammoniacal de l'atmosphère, même en l'absence des plantes; ou encore que la matière organique qui existe dans tout sol arable est l'intermédiaire indispensable de cette fixation d'azote[1]. »

Dans la note suivante[2], les auteurs ont cherché comment variait l'azote

1. *Comptes rendus*, t. CVI, p. 863.
2. *Comptes rendus*, t. CVI, p. 945.

dans un sol ensemencé ou non avec des fèves de marais, additionné ou non d'oxyde de fer; ils résument cette série d'expériences dans le tableau ci-joint :

| | | Azote total (sol et récolte). | Azote fixé par la végétation (sol et plantes). |
|---|---|---|---|
| | | Gr. | Gr. |
| A. Sols privés de fer et de matière organique. | Sol non ensemencé, expériences I et II. | — 0.0086 | + 0.1892 |
| | Même sol ensemencé, expérience VIII. | + 0.1806 | |
| B. Sols pourvus de fer.. | Sol non ensemencé, expériences III et IV. | — 0.0234 | +0.1919 |
| | Même sol ensemencé, expérience IX. | + 0.1675 | |
| C. Sols pourvus de matière organique... | Sol non ensemencé, expérience V. | + 0.1005 | + 0.1067 |
| | Même sol ensemencé, expérience X. | + 0.2072 | |
| D. Sols pourvus de fer et de matière organique............ | Sol non ensemencé, expérience VI et VII. | + 0.1089 | + 0.1393 |
| | Même sol ensemencé, expérience XI. | + 0.2482 | |

*Moyenne :* Azote total fixé sous l'influence de la végétation + 0.1565.
Soit environ, d'après la surface de nos pots, 185 kilogr. d'azote total fixé par hectare.

Les auteurs concluent : « Cette seconde série d'expériences établit que la végétation constitue un mode de fixation de l'azote qui s'ajoute au précédent dans les sols pourvus de matières organiques et qui peut suppléer à celles-ci dans les sols qui n'en sont pas encore pourvus. »

Après avoir reconnu dans une quatrième note[1] que l'azote nitrique n'a aucun rôle dans les fixations constatées et que l'azote ammoniacal s'est partiellement transformé en azote organique, par l'intervention des végétaux cryptogamiques, les auteurs, dans une cinquième note[2], formulent leurs conclusions, dont nous reproduisons les plus importantes :

« Dans nos expériences, les quantités d'azote assimilées en trois mois environ par les sols nus, sous l'influence des matières organiques, ont été, pour une même surface et un même temps, dix fois aussi grandes que les quantités d'azote ammoniacal fixées par l'eau acidulée exposée à l'air des champs dans les expériences de M. Schlœsing. Il est difficile d'admettre qu'en pleine campagne, où nous étions placés, le titre ammoniacal de l'atmosphère ait été dix fois aussi grand que dans ces expériences. Il faut en conclure, en l'absence de traces dosables d'azote nitrique, que l'apport d'ammoniaque atmosphérique ne suffit pas à expliquer l'accumulation de l'azote dans nos sols. Il existe donc d'autres origines de l'azote assimilé (poussières organiques, azote libre, etc.).

« L'intervention du végétal a doublé la quantité d'azote total fixé (sol et

1. *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1098.
2. *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1232.

récolte) : indication directe de la part qui revient dans cette fixation au phénomène de la végétation.

« Les végétaux phanérogames empruntent donc à l'air indirectement par le sol où plongent leurs racines, directement par leurs organes foliacés, une partie de l'azote libre ou combiné qu'ils fixent dans leurs tissus.

« Les organismes unicellulaires aérobies et particulièrement certaines algues universellement répandues à la surface des terres arables interviennent dans le phénomène de la fixation de l'azote du sol, même exempt de toute autre végétation et privé de toute matière organique. »

**Contributions à l'histoire des tubercules des racines des Légumineuses**, par M. A. TSCHIRCH[1]. — La fixation de l'azote atmosphérique par le sol arable occupe en ce moment un grand nombre de savants ; il semble hors de doute aujourd'hui que les Légumineuses cultivées dans un sol non stérilisé ou dans un sol stérilisé ensemencé avec un peu d'eau dans laquelle on a délayé une petite partie de terre ordinaire peuvent au moins indirectement assimiler l'azote atmosphérique. Cette propriété particulière a été, dans ces derniers temps, mise en relation avec l'existence, sur les racines de ces plantes, de petits tubercules contenant dans leurs tissus des corpuscules sur la nature desquels on n'a pas encore pu se mettre d'accord.

D'après M. Tschirch on peut distinguer deux types de ces tubercules : l'un représenté par le Lupin, l'autre par le Robinier. Chez le Lupin, c'est le cylindre central lui-même qui leur donne naissance : les saillies ressemblent à des épaississements locaux de la racine, qui embrassent le corps de la racine comme un manteau. L'autre type, qui paraît appartenir à toutes les autres Légumineuses, en diffère notablement. Les tubercules, de forme très variable, sont fixés latéralement à la racine. Leurs cellules renferment des corpuscules particuliers, qu'on avait pris autrefois pour des bactéries. Rien jusqu'à présent ne prouve que ces corps soient réellement des bactéries ; ils ne paraissent être autre chose que des matières albuminoïdes (caséines végétales) sous une forme définie. L'auteur se range du côté de ceux qui considèrent les tubercules comme des magasins chargés d'une réserve d'albuminoïdes ; il croit qu'ils ne sont, en aucun cas, des organes d'absorption, ni des excroissances de nature pathologique. Il n'est pas démontré jusqu'à ce jour qu'ils sont autant de petits laboratoires où se ferait la synthèse des albuminoïdes, à l'aide de matières azotées organiques ou inorganiques, ni qu'ils sont capables d'assimiler l'azote libre. Bref, nous sommes encore loin d'une solution définitive de cette question si discutée.

**Origine, structure et nature morphologique des tubercules radicaux des Légumineuses**, par MM. VAN TIEGHEM et DOULIOT[2]. — Les auteurs pensent que les tubercules radicaux sont des productions normales. Par leur origine et leur mode de développement, ils ne sont autre chose que des radicelles renflées, mais d'une structure particulière, polystélique, c'est-à-dire à plusieurs cylindres centraux, disposés en cercle et qui peuvent se séparer les uns des

1. *Forsch. auf. d. Gabiete der Agrikulturphysik.* — *Wolluy*, t. X, p. 230.
2. *Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1888, 105.

autres au sommet, s'entourer d'une écorce propre et former ainsi des tubercules diversement palmés, digités ou coralloïdes. Plus rarement, quand ils sont plus grêles, on n'y trouve qu'un seul cylindre central axile et représentant tout simplement des radicelles ordinaires à écorce renflée et à croissance limitée.

**Sur les tubercules des racines des Légumineuses**, par M. MARSHALL WARD[1]. — L'auteur trouve que les productions en question doivent être ramenées à l'action de champignons parasites. Non seulement il a pu en provoquer le développement par une infection artificielle, mais il a vu l'agent de cette infection et il a figuré les hyphes pénétrant, à travers l'écorce, dans le jeune tubercule. Arrivées à destination ces hyphes bourgeonnent à la manière des cellules de levure et développent d'innombrables germes d'une petitesse extrême et semblables à des bactéries. Le protoplasma des cellules de la racine prend le caractère de plasmodes. Les petits bourgeons parasites provoquent un afflux de matériaux de construction et déterminent ainsi l'hypertrophie des tissus. Lorsque les tubercules meurent, les cellules du champignon se répandent dans le sol pour infester d'autres racines. Il est très probable qu'ils sont d'une importance considérable au point de vue agricole.

## Physiologie végétale.

**De la présence du sucre de canne dans les jeunes tubercules de pommes de terre**, par MM. E. SCHULZE et Th. SELIWANOFF[2]. — M. Hungerbühler nous a montré que de jeunes pommes de terre, récoltées en juin, renferment à côté de l'amidon et de la glucose un principe soluble dans l'eau et l'alcool, et qui, chauffé en présence d'acide chlorhydrique dilué, réduit la liqueur de Fehling. Les auteurs, pensant que cette substance est en relation avec la formation de l'amidon, ont entrepris de l'étudier. Pour cela, il fallait l'extraire en quantité suffisante. Un kilogramme de jeunes tubercules séchés et finement pulvérisés est traité à chaud par de l'alcool à 90 p. 100. On a fait bouillir l'extrait dans un vase de cuivre étamé pour y ajouter ensuite une solution saturée à chaud d'hydrate de baryte. Il se forme un précipité volumineux qui est recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool et délayé dans l'eau. On y fait passer un courant d'acide carbonique jusqu'à ce que la réaction alcaline ait disparu. On filtre de nouveau, on évapore le liquide et on traite le sirop ainsi obtenu par l'alcool. Le liquide alcoolique fournit au bout d'un certain temps des croûtes cristallines qu'on redissout dans l'alcool étendu pour les faire recristalliser.

Les cristaux obtenus de cette manière présentent les propriétés du sucre de canne. Ils sont durs, d'une saveur très sucrée, réduisent la liqueur de Fehling après inversion et prennent une coloration rouge, lorsqu'on les fait chauffer avec la résorcine et l'acide chlorhydrique. La forme cristalline est absolument celle du sucre de canne.

D'après M. Müller-Turgovie, l'amidon des pommes de terre mûres se trans-

1. *Biedermann's Centralbl.*, XVI, 787.
2. *Landwirthsch.* Vers. Stah. XXXIV, 1887, p. 403-407.

forme incessamment en sucre réducteur, et il serait probable que du sucre de canne apparaît comme produit intermédiaire. Si cela est vrai, il y a tout lieu d'expliquer de la même manière la formation du sucre de canne, dans les tubercules jeunes, qui fabriquent de l'amidon aux dépens de la glucose : ici, comme dans le phénomène inverse, le sucre de canne serait l'intermédiaire entre la glucose et l'amidon.

**De l'influence du camphre sur la faculté germinative des graines,** par M. A. Burgerstein[1]. — On a dit souvent que les graines gonflées dans l'eau camphrée levaient plus vite et donnaient des plantules plus robustes que celles qu'on avait traitées à la manière ordinaire, que le camphre pouvait en outre rendre la faculté germinative aux graines qui avaient souffert sous ce rapport.

L'auteur, à qui nous devons déjà un travail sur l'action « excitante » du camphre, soumet ces propositions à de nouvelles épreuves expérimentales, dont voici les résultats :

1° L'eau camphrée absorbée par des graines vivantes a une influence sur la germination, mais cette influence dépend au plus haut degré de la durée de l'absorption du liquide camphré.

2° Si on fait gonfler des graines fraîches ou de vieilles graines dans l'eau camphrée pendant vingt-quatre heures, on observe un effet défavorable, qui consiste : *a*) en ce que la germination est retardée; *b*) en ce que le nombre de graines germées est moindre ; *c*) en ce que l'accroissement en longueur de la jeune plante est ralenti durant la première période de développement.

3° Ordinairement douze heures de ce traitement suffisent déjà pour diminuer la faculté et l'énergie germinatives.

4° Si on réduit la durée à six heures, on obtient des résultats variables. Sur vingt-sept cas, huit ont montré de l'accélération, neuf un retard, tandis que les dix autres différaient si peu des témoins gonflés dans l'eau distillée qu'on n'a pas pu en tirer une conclusion bien nette.

5° On a poursuivi le développement des jeunes plantes pendant 8-14 jours et on a vu que celles qui provenaient de graines germées plus tôt que les autres ont conservé cette avance durant cette période; mais il est probable que la différence s'est effacée plus tard.

6° Les plantes traitées par le camphre n'étaient ni plus robustes, ni plus fraîches, ni plus colorées que les autres.

7° On n'a jamais pu constater le réveil de la faculté germinative par le camphre.

8° Il n'y a donc pas lieu de recommander le camphre comme une substance propre à favoriser la germination.

**Maladies causées chez les plantes des jardins et des champs par les gaz des usines,** par M. E. Fricke[2]. — La station agronomique de Münster a eu plusieurs fois l'occasion, dans ces dernières années, de constater l'effet

1. *Landwirthsch*, Vers. Stah. XXXV, 1888, p. 1-18.
2. *Land. Vers.*, Stat. XXIV, p. 277-283. — *Biederm. Centralbl.*, XVI, p. 771.

nuisible des fumées d'usines sur les plantes. Dans un premier cas, les gaz incriminés provenaient d'une usine où on grille la blende et qui déverse des quantités considérables d'acide sulfureux dans l'atmosphère. Les plantes étaient distantes de quelques minutes seulement et les vents dominants du sud-ouest et du nord-ouest leur apportaient le plus souvent de l'air souillé. Le blé est maigre, à chaumes minces et à épis courts; les feuilles de l'avoine sont ordinairement terminées par une pointe desséchée. Les pâturages sont peu garnis, les plantes présentent une teinte jaune et noirâtre; les feuilles des pommes de terre sont frisées et couvertes de taches noires; les fèves et les choux, plus sensibles que les espèces précédentes, portent sur les feuilles des taches blanc jaunâtre ou même des perforations. Mille parties de feuilles lavées et séchées ont donné les quantités suivantes d'acide sulfurique.

| | SAINES. | MALADES. | DIFFÉRENCE. |
|---|---|---|---|
| Fèves | 6.119 | 6.651 | 0.442 |
| Sarrazin | 5.175 | 5.880 | 0.705 |
| Graminées | 7.105 | 8.336 | 1.231 |
| Seigle | 3.684 | 5.610 | 1.926 |
| Blé | 2.179 | 4.412 | 2.233 |
| Chou | 27.290 | 30.843 | 3.553 |
| Avoine | 2.926 | 6.788 | 3.862 |
| Pommes de terre | 13.000 | 17.500 | 4.500 |

Les échantillons de plantes saines avaient été récoltés dans la même direction, mais à une plus grande distance de la fabrique et sur un sol absolument semblable.

On voit que les plantes malades renferment beaucoup plus d'acide sulfurique que les autres, que la pomme de terre résiste le mieux à l'action délétère de l'acide sulfureux et qu'on doit par conséquent la cultiver de préférence quand on veut tirer parti des terres situées dans ces conditions déplorables.

Dans un autre cas, il s'agissait d'un champ d'avoine situé à proximité de fours à coke. Ici encore, c'est l'acide sulfureux qu'il fallait accuser d'une bonne part des dommages. Dans le voisinage immédiat de l'usine, la végétation était beaucoup plus pauvre qu'à une certaine distance. Mille grains de l'avoine saine pesaient 25$^{gr}$,29; mille grains de l'avoine malade seulement 14$^{gr}$,76. Le dosage de l'acide sulfurique a donné les énormes différences ci-dessous :

| | Saines. | Malades. | Différence. |
|---|---|---|---|
| Paille | 9.21 | 20.64 | 10.80 |
| Grains | 1.86 | 4.94 | 3.08 |

Enfin une troisième série de recherches a eu pour objet le dosage de l'acide sulfurique et du chlore dans les cendres de plusieurs plantes de jardin, lilas, vigne, saule, fève, qui étaient exposées aux fumées d'une fabrique de produits chimiques et contenant à la fois de l'acide sulfureux et de l'acide chlorhydrique.

Les cendres des plantes malades renferment moins d'acide carbonique et plus de chlore et d'acide sulfurique que celles des plantes saines. Les animaux dédaignent volontiers ces plantes malades, et s'ils les mangent, la production du lait diminue.

M. Just[1] a fait les mêmes observations sur des betteraves exposées aux fumées d'une fabrique de cellulose. Les dosages ont encore une fois démontré que les plantes malades renferment des quantités anormales d'acide sulfurique. Les feuilles saines contenant 9,35 d'acide sulfurique pour 1000 de matière sèche, on a trouvé jusqu'à 16,89 p. 1000 dans les feuilles malades récoltées dans le voisinage immédiat de l'usine.

M. Prevost, de Tamworth, en Angleterre[2], a observé les ravages de l'acide sulfureux émanant d'une tuilerie sur des poiriers, le pin, la rhubarbe, l'aubépine. Le papier de tournesol rougit rapidement quand on l'applique humide sur les feuilles. Les analyses faites sur des feuilles de poirier et de pin d'Autriche ont donné moins de cendres et moins d'acide sulfurique dans ces cendres pour les plantes malades que pour les plantes saines. L'auteur, qui n'a publié ce résultat qu'après avoir eu connaissance du travail de M. Fricke, croit pouvoir expliquer la contradiction apparente en admettant que toutes ses plantes étaient réellement malades et que l'apparition de taches sur les feuilles, par laquelle il s'était laissé guider dans le choix des échantillons, n'est qu'un symptôme très tardif.

En revanche M. E. Mach[3] ayant eu à reconnaître les torts causés aux cultures par une fabrique de cellulose sise à Wörgl, dans le Tyrol, a dosé l'acide sulfurique dans divers échantillons de foin et de regain. Il a trouvé :

| | Cendres. | Acide sulfurique. |
|---|---|---|
| Regain fortement endommagé | 8.36 | 11.59 |
| Foin sain | 9.77 | 5.82 |
| Foin peu endommagé | 9.46 | 8.61 |

Les cendres sont exprimées p. 100 de matière sèche, l'acide sulfurique p. 100 de cendres.

**Sur l'excrétion par les racines,** par M. H. MOLISCH[4]. — Les racines excrètent, comme on sait, des substances acides capables d'attaquer différents corps minéraux. Les recherches de M. Molisch étendent considérablement le pouvoir chimique des racines; elles montrent en effet que non seulement quelques minéraux, mais des corps organiques sont attaqués par elles, et même beaucoup plus fortement que les autres, puisqu'il s'agit ici d'une transformation chimique profonde.

1. *Die Beschædigung der Vegetation durch schweflige Säerze. — Dritter Ber. üb. die Thätigkeit d. Versuchsanst*, Karlsruhe, 1887, p. 50-52.
2. *Landwirthsch*, Vers. Stah., XXXV, p. 25.
3. *Ibid.*, p. 53.
4. *Ueber Wurzelausseheidungen, K. K. zoolog. botan. Gesellsch.*, in Wien, 1887, séance du 21 octobre.

1° Le produit sécrété par les racines est réducteur et oxydant;

2° Il bleuit la teinture de gayac, oxyde les tannins et les matières humiques, il favorise par conséquent la décomposition de l'humus;

3° Il transforme le sucre de canne en sucre réducteur et agit faiblement à la manière d'une diastase;

4° Les racines corrodent une plaque d'ivoire;

5° Elles se comportent fréquemment comme des champignons en modifiant la substance organique du sol par des excrétions et en la décomposant;

6° On a vu que la substance excrétée imbibait simplement les membranes cellulaires sans s'écouler au dehors. Il n'en est rien; on a même pu voir perler des gouttelettes à la surface des racines.

**Le formose au point de vue de la physiologie végétale**, par M. O. Lœw[1]. — On a vu que M. Wehmer[2], n'ayant pas réussi à faire fabriquer de l'amidon à des plantes auxquelles il avait donné une solution de formose, conteste à ce corps les qualités d'un sucre.

M. Lœw, qui a découvert ce corps nouveau, obtenu par polymérisation de l'aldéhyde formique, n'admet pas les objections de son contradicteur. Il fait remarquer que, d'après les travaux de M. A. Meyer, des matières appartenant sans aucun doute aux sucres, telles que le sucre de lait et la raffinose, et d'autres qui en sont voisines, comme la dulcite, ne sont pas transformées en amidon par les plantes vivantes. Les quatre expériences de M. Wehmer ne sont donc pas de nature à ébranler l'opinion de l'auteur; elles prouvent simplement que le formose possède une structure atomique différente de la dextrose.

Si on adopte la théorie de Hoff et de Wislicenus, on peut prévoir qu'il existe au moins 30 sucres isomères de la formule $C^6H^{12}O^6$, à chaîne normale, et dont 10 avec un groupe aldéhyde et 20 avec groupes kétones. On irait sans doute trop loin si on exigeait que toutes les propriétés de la dextrose se répètent chez ces 30 sucres différents. Il suffit au contraire d'un certain nombre de caractères principaux et le formose satisfait à ce desideratum.

M. Wehmer appuie surtout sur ce fait que le formose est infermentescible, mais il oublie que cette propriété n'est au fond que l'exception. Ni le sucre provenant de la glycosamine ou de la gomme du bois, ni la sorbine, ni l'eucalyne, ni la galactose ne fermentent, seules la dextrose et la lévulose sont ainsi dédoublées par les *saccharomyces*.

De ce que la dextrose, la lévulose et la galactose donnent de l'acide lévulique, M. Wehmer conclut que tous les sucres connus et inconnus doivent donner la même réaction. Le formose ne donne pas d'acide lévulique, mais le furfurol, qui en est très voisin.

Sauf l'acide formique, aucun corps organique à un seul atome de carbone n'est aussi proche de l'acide carbonique que l'aldéhyde formique, et aucun

1. *Bot. Zeit.*, 1887, p. 813. — Voyez sur les travaux antérieurs de M. O. Lœw, *Ann. agron.*, t. XII, p. 205, 332; t. XIII, p. 170.

2. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 40.

autre corps d'une construction aussi simple ne peut se transformer en un sucre. Si ce sucre n'est pas encore du dextrose, il n'en est pas moins vrai qu'il en partage quelques propriétés des plus importantes.

Aucune théorie, si ce n'est celle de Bavyer, n'est assez simple pour s'imposer. Si l'existence du formose ne prouve pas qu'il faille adopter cette théorie, il serait injuste de nier qu'elle lui apporte un appui sérieux.

**Sur les constantes thermiques**, par M. Hoffmann[1]. — Ce n'est pas la première fois que nous parlons de ces constantes thermiques propres à chaque espèce végétale[2] et qu'on obtient en additionnant les degrés de température moyenne des jours à partir de l'hiver jusqu'à une phase déterminée de la végétation. Tantôt on compte les degrés au-dessus de zéro, tantôt ceux qui dépassent une certaine température, 5° par exemple, et qu'on appelle le « seuil » (A. de Candolle, v. Oettingen). Cette méthode a donné des variations considérables d'année en année. C'est pourquoi l'auteur en a adopté une autre qui consiste à observer les températures maxima indiquées par un thermomètre exposé au soleil au lieu de sommer les températures à l'ombre. Les variations d'année en année ne dépassent pas 12 p. 100 quand il s'agit d'une végétation de courte durée, erreur très faible quand on songe qu'un seul jour, compté en trop, peut occasionner une erreur de 3 p. 100, et qu'il est difficile d'apprécier l'arrivée de la phase critique à un jour près.

L'auteur croit pouvoir affirmer, d'après ses nombreuses observations, qu'une même phase se présente bien à des dates différentes, mais que la plante a néanmoins « consommé » une même température. Il a dressé une liste qui indique les sommes ainsi obtenues pour chaque phase et par conséquent la chaleur qui a rayonné sur la plante depuis le 1er janvier jusqu'à l'arrivée de la phase.

Le procédé est toujours peu scientifique, mais il faudra bien s'en contenter.

1. Nous nous bornons à extraire ce paragraphe d'un travail étendu que l'auteur a publié dans le programme de l'université de Giessen, 1887, in-4, 82 pages, 7 tableaux et 7 planches.

2. *Ann. agron.*, t. XII, p. 256.

*Le Gérant :* G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# RECHERCHES

SUR

# LES VARIATIONS DU PRIX ET DU REVENU

## DES TERRES EN FRANCE

(SUITE)

PAR

**D. ZOLLA**

Lauréat de l'Institut, professeur d'économie rurale à l'école de Grandjouan.

## TROISIÈME PARTIE (1815-1848)

La période dont nous allons aborder aujourd'hui l'étude diffère entièrement de celle qui l'a précédée. Après avoir été exposée à tous les dangers et à tous les hasards d'une politique personnelle et ambitieuse, la France, lasse de gloire et avide de repos, semble se recueillir, et travaille à réparer les désastres qui l'ont si rudement frappée. A la volonté d'un homme dont la toute-puissance se dissimulait mal derrière les vestiges d'une représentation nationale, succède un gouvernement constitutionnel plus modéré et plus sage, mieux fait pour rassurer les esprits prévoyants ou timides, et encourager les entreprises qui ne doivent pas être troublées dans leur cours. L'industrie agricole est de celles qui exigent pour prospérer la sécurité du lendemain. On n'améliore pas le champ qu'on sera forcé d'abandonner quelques jours plus tard pour fuir devant l'invasion ou pour courir à la frontière. La paix succédant à tant de guerres qui avaient agité l'Europe et affaibli la France, rendit à l'agriculture les bras valides qui lui manquaient, et la sécurité nécessaire à ses modestes travaux.

Une mesure d'ordre politique, l'assurance formelle donnée par la Charte aux possesseurs de biens nationaux qu'ils ne seraient pas troublés dans leur propriété, contribua à relever le prix des terres et à faciliter les transactions.

Les grandes réformes économiques et financières de la Constituante furent heureusement respectées et maintenues par le régime nouveau ; la paix était indispensable pour les rendre fécondes. On peut dire que c'est pendant la Restauration et le gouvernement de Juillet, qu'elles portèrent tous leurs fruits. Durant cette longue période de trente-trois années, les améliorations réalisées autrefois

par quelques rares agriculteurs d'élite, se répandirent progressivement dans les campagnes; les prairies artificielles remplacèrent les pacages improductifs, et les plantes industrielles furent peu à peu substituées à la jachère; la surface consacrée au froment et aux meilleures céréales, augmenta d'année en année, les procédés agricoles se perfectionnèrent, et comme conséquence inévitable, on vit croître en même temps la production de l'agriculture et la valeur du sol cultivé.

C'est bien là, en effet, ce qu'on observe quand on étudie les faits dans leur ensemble, mais il faut pour les mieux connaître entrer dans quelques détails et suivre en particulier, de plus près, la marche des revenus fonciers.

De 1815 à 1848, l'augmentation de la valeur vénale et locative des terres n'a pas été progressive et régulière. Il s'est même produit dans cet intervalle une véritable crise agricole qui a eu pour effet de retarder la marche ascendante des fermages ou de déterminer parfois une baisse sensible. Si courte qu'ait été cette période difficile et douloureuse, dont on ne se souvient plus guère aujourd'hui, elle ne laisse pas néanmoins d'être intéressante à rappeler.

Nous allons consacrer le premier chapitre de ce travail à l'étude des variations du revenu des terres ou de leur prix, durant la Restauration et le règne de Louis-Philippe, puis nous insisterons tout particulièrement dans le second, sur le caractère de la crise agricole de 1830, sur ses effets, et sur les causes qui nous paraissent l'expliquer.

## I

Nous avons signalé plus haut l'augmentation qui s'était produite de 1789 à 1815 dans la valeur locative des fermes de la Sarthe appartenant aux hospices du Mans. Cette hausse nous a paru d'autant plus digne d'attention que les troubles dont le Maine a été le théâtre jusqu'en 1800 ne permettaient guère de la prévoir. Il est en revanche très naturel de supposer qu'après 1815, les revenus du sol se sont rapidement accrus. C'est là en tous cas une hypothèse qui se trouve confirmée par l'étude des faits. Les cinq tableaux suivants vont nous apprendre quelle a été pour vingt-neuf exploitations la plus-value acquise pendant la Restauration et le règne de Louis-Philippe.

Laissons pour un moment de côté les fermes de la Mayenne dont

le nombre est très faible, et occupons-nous plus spécialement de celles qui sont situées dans le département de la Sarthe. L'accroissement de la valeur locative de ces domaines ruraux est considérable; il atteint 28 p. 100 pendant la Restauration, et 29 p. 100 pendant le gouvernement de Juillet. De 1815 à 1848, les prix de

FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DU MANS.

TABLEAU I. — *Arrondissement du Mans.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Fosse Louvette........ | 650 | 1000 | 1055 | | | |
| Ardengère........ | 250 | 220 | 525 | | | |
| Laitre-Gallier........ | 500 | 905 | 1005 | | | |
| Cures........ | 395 | 565 | 425 | | | |
| Hôtellerie........ | 250 | 300 | 315 | | | |
| Beaussay........ | 475 | 605 | 705 | | | |
| Vivier........ | 250 | 250 | 450 | | | |
| Cornuère........ | 750 | 705 | 800 | | | |
| Courbe........ | 200 | 350 | 1020 | | | |
| La Grève........ | 450 | 435 | 560 | | | |
| Epinay........ | 495 | 695 | 770 | | | |
| Petites Allourdes........ | 130 | 250 | 655 | | | |
| L'Homeau........ | 350 | 570 | 625 | | | |
| Fourmondière........ | 250 | 360 | 395 | | | |
| TOTAL........ | 5395 | 7150 | 9305 | 32.5 | 30.1 | 72.4 |

TABLEAU II. — *Arrondissement de la Flèche.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Laupezière...... | 119 | 125 | 160 | | | |
| Morandière...... | 250 | 405 | 725 | | | |
| Souillet...... | 120 | 160 | 140 | | | |
| Tufflère...... | 380 | 555 | 850 | | | |
| TOTAL...... | 869 | 1245 | 1875 | 43.2 | 50.6 | 115.7 |

fermage se sont accrus de 65,4 p. 100. En calculant la plus-value moyenne annuelle durant les deux périodes, on trouve qu'elle a

TABLEAU III. — *Arrondissement de Saint-Calais.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815 | 1870. | 1848. | 1815-30. | 1030-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Closeaux....... | 160 | 200 | 310 | | | |
| Fosse-Noire..... | 70 | 75 | 120 | | | |
| Hôtellerie...... | 250 | 350 | 370 | | | |
| TOTAL....... | 480 | 625 | 800 | 30.2 | 28 | 66.6 |

été de 1,86 p. 100 pendant la première (1815-1830), et de 1,62 p. 100 durant la seconde. Cette moyenne est deux fois plus forte que celle qui correspond à la période 1789-1815.

TABLEAU IV. — *Arrondissement de Mamers.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1839. | 1848. | 1815-30. | 1840-48. | 1815-48 |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Petit Houx... .. | 450 | 490 | 635 | | | |
| Foliefrairie..... | 300 | 350 | 425 | | | |
| La Folie........ | 800 | 935 | 955 | | | |
| Haute-Fontaine.. | 250 | 280 | 305 | | | |
| TOTAL....... | 1800 | 2055 | 2320 | 14.1 | 12.8 | 28.8 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE POUR LES QUATRE ARRONDISSEMENTS. | 1815-1830.................. | 28.0 |
| | 1830-1848.................. | 29.2 |
| | 1815-1848.................. | 65.4 |

L'influence de la sécurité intérieure et de la paix, est ici manifeste. On peut se demander toutefois si le nombre des fermes indiquées à titre d'exemples est suffisant pour servir de base à des calculs

sérieux. Nous avons donc eu recours encore une fois aux comptes généraux de recettes et de dépenses, qui nous ont fourni tous les

TABLEAU V. — *Arrondissement de Mayenne* (département de la Mayenne).

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Flechigny....... | 400 | 430 | 505 | | | |
| Gaceau.......... | 350 | 360 | 430 | | | |
| Moraines........ | 550 | 700 | 1000 | | | |
| Sourderie....... | 290 | 410 | 530 | | | |
| TOTAL....... | 1590 | 1900 | 2465 | 19.2 | 29.7 | 54.4 |

éléments d'une vérification complète. En étudiant les variations de l'ensemble des fermages acquittés pour les cent quatre-vingt-un domaines qui composaient le patrimoine des Hospices, on trouve les chiffres suivants:

FERMES DES HOSPICES DU MANS.

| | 1815 | 1830 | 1848 |
|---|---|---|---|
| | Fr. | Fr. | Fr. |
| Revenus des biens ruraux..... | 46.879 | 59.456 | 78.803 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE......... | 1815-1830.................. | 28.8 |
| | 1830-1848.................. | 31.7 |
| | 1815-1848.................. | 67.0 |

Ces calculs nous prouvent que les variations de la valeur locative des vingt-cinq exploitations, prises par nous comme exemples, ne diffèrent pas sensiblement de celles qu'on peut observer en examinant les baux d'un nombre beaucoup plus considérable de domaines.

Il nous paraît maintenant utile de savoir quelle a été pendant la même période, l'augmentation des fermages dans l'Anjou et même dans la Vendée, c'est-à-dire dans la région qui fut le plus éprouvée par la guerre civile de 1793 à 1801.

Les tableaux VI, VII, VIII et IX, divisés par arrondissements,

nous permettront de suivre pour vingt-neuf fermes ou *closeries*, les variations de la valeur locative du sol depuis 1815.

FERMES APPARTENANT A L'HOSPICE D'ANGERS.

TABLEAU VI. — *Arrondissement d'Angers.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE POUR 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Grand-Avalon......... | 1005 | 1900 | 2400 | | | |
| Aigrefoin............. | 560 | 825 | 825 | | | |
| Ile de Désert.......... | 5600 | 7605 | 10085 | | | |
| Petit-Saint-Jean....... | 6700 | 8050 | 8320 | | | |
| Les Houx............. | 530 | 555 | 890 | | | |
| Total........... | 14.395 | 18.955 | 22.520 | 31.6 | 22.6 | 61.4 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830................. | 2.1 |
| | 1830-1848................. | 1.2 |
| | 1815-1848................. | 1.8 |

TABLEAU VII. — *Arrondissement de Baugé.*

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Bourgaignerie... | 150 | 135 | 280 | | | |
| Buron.......... | 270 | 460 | 510 | | | |
| Pihardière...... | 510 | 580 | 980 | | | |
| L'Aillerie....... | 520 | 690 | 660 | | | |
| Grande Coudre.. | 450 | 450 | 410 | | | |
| Monflan......... | 530 | 310 | 960 | | | |
| La Motte...... . | 600 | 590 | 490 | | | |
| TOTAL ...... | 3030 | 3215 | 4290 | 6.1 | 33.4 | 41.5 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830 | 0.4 |
| | 1830-1848 | 1.8 |
| | 1815-1848 | 1.2 |

TABLEAU VIII. — *Arrondissement de Cholet* (Vendée).

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-40. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| La Hultière | 500 | 620 | 860 | | | |
| Boulay | 610 | 560 | 1100 | | | |
| Mesnil | 800 | 840 | 1110 | | | |
| Miré | 1360 | 1320 | 1500 | | | |
| Chêle Courbet | 960 | 855 | 860 | | | |
| Pourlière | 1060 | 1620 | 1820 | | | |
| Petite Moinie | 930 | 1610 | 1010 | | | |
| Gaufrerie | 230 | 235 | 670 | | | |
| Turmellière | 740 | 980 | 1060 | | | |
| Bois-Gérard | 300 | 490 | 490 | | | |
| Batardière | 700 | 570 | 1230 | | | |
| Chataîgniers | 370 | 400 | 1000 | | | |
| La Cure | 305 | 360 | 460 | | | |
| TOTAL | 8865 | 10460 | 13770 | 17.9 | 31.6 | 55.3 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830 | 1.1 |
| | 1830-1848 | 1.7 |
| | 1815-1848 | 1.6 |

TABLEAU IX. — *Arrondissement de Segré* (Anjou).

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Bonnoiseau | 950 | 960 | 930 | | | |
| Taule | 625 | 565 | 1065 | | | |
| Bodinière | 480 | 550 | 550 | | | |
| Maquillé | 625 | 1010 | 1050 | | | |
| TOTAL | 2680 | 3085 | 3605 | 15.1 | 16.8 | 34.5 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830 | 1.00 |
| | 1830-1848 | 0.93 |
| | 1815-1848 | 1.03 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| *Augmentation moyenne pour les quatre arrondissements.* | 1815-1830 | 22.2 |
| | 1830-1848 | 25.5 |
| | 1815-1848 | 54.8 |
| *Augmentation moyenne annuelle pour les quatre arrondissements.* | 1815-1830 | 1.5 |
| | 1830-1848 | 1.4 |
| | 1815-1848 | 1.6 |

L'augmentation très nette des fermages est évidemment le fait saillant qui ressort de l'examen des tableaux précédents. Si l'on calcule la plus-value moyenne annuelle, qui est ici pour les quatre arrondissements de 1,54 p. 100 durant la première période, et de 1,41 p. 100 pendant la seconde, on voit que les prix de location ont augmenté moins rapidement à partir de 1830. Cette règle ne souffre d'exception qu'en ce qui concerne les fermes de la Vendée situées dans l'arrondissement de Cholet. Pour celles-ci, au contraire, l'accroissement de la valeur locative a été assez lent de 1815 à 1830, et s'est accéléré de 1830 à 1848. Les troubles dont la Vendée a été si longtemps le théâtre expliquent ces différences dans la marche des revenus fonciers.

De longues années de paix et de travail ont été nécessaires pour réparer les désastres de la guerre civile, repeupler les étables, et reconstituer le capital de culture indispensable à la bonne exploitation du sol.

Il en a été de même dans nos départements de l'est particulièrement éprouvés par les réquisitions des Alliés en 1814 et par la peste bovine qu'ils avaient amenée à leur suite.

Les fermes des Hospices de Bourg, dont nous aurons bientôt l'occasion de parler, présentent les mêmes particularités dans la progression des fermages. Si l'on étudie au contraire les variations de la valeur locative des propriétés rurales dans une région qui n'a pas subi l'influence des événements extraordinaires dont nous venons de parler, on trouve que l'augmentation fut plus régulière.

Examinons par exemple, les tableaux X et XI qui se rapportent aux domaines des Hospices de Rouen.

Au lieu de présenter, à partir de 1830, une diminution ou une augmentation brusque, les prix de fermage sont plus réguliers

dans leur marche ; les transitions se trouvent ici mieux ménagées. Ce ne sont là du reste que des détails, et ce qu'il nous faut surtout

TABLEAU X. — FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DE ROUEN.

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | | HAUSSE POUR 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | | | |
| Haudricourt.......... | 2200 | 2450 | 4000 | | | |
| Héricourt.......... | 8000 | 9000 | 11000 | | | |
| Mouville............ | 3750 | 5000 | 6000 | | | |
| Pretot.............. | 1405 | 1500 | 2000 | | | |
| Sainte-Croix........ | 700 | 1250 | 1550 | | | |
| Vieux-Rue.......... | 2720 | 2800 | 4000 | | | |
| Yquebœuf........... | 2200 | 3200 | 4500 | | | |
| Amfreville.......... | 5200 | 6750 | 8000 | | | |
| Anzouville.......... | 1500 | 1750 | 2275 | | | |
| Grande-Madeleine.... | 4400 | 4950 | 5000 | | | |
| Petite-Madeleine..... | 2600 | 3100 | 5000 | | | |
| Criquetot........... | 5000 | 5200 | 6200 | | | |
| Fontaine............ | 950 | 1200 | 1200 | | | |
| Totaux....... | 40.625 | 48.150 | 60.725 | 18.5 | 26.1 | 49.4 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830.................. | 1.2 |
| | 1830-1848.................. | 1.4 |
| | 1815-1848.................. | 1.4 |

retenir des trois séries de tableaux qui précèdent, c'est la généralité très significative du mouvement ascensionnel des revenus fonciers. Quelques exemples nouveaux vont encore confirmer notre opinion à cet égard.

Les Hospices de Beauvais (Oise) possèdent, dans un rayon de 20 kilomètres autour de cette ville, dix fermes importantes dont nous avons reconstitué l'histoire, en consultant les archives de l'établissement. Nous donnons les chiffres qui se rapportent aux prix des baux (tabl. XI).

Il est inutile d'insister sur l'importance de l'augmentation qui s'est produite dans la valeur locative de ces exploitations depuis 1815 jusqu'à 1848. — Pour trois d'entre elles les fermages ont doublé durant cette période, et pour l'ensemble des domaines l'augmentation moyenne s'élève à 81 p. 100 !

Qu'il s'agisse du département de l'Oise ou de celui de la Sarthe, de l'arrondissement d'Angers ou de celui de Rouen, le fait saillant qui ressort de nos recherches, c'est la hausse générale et considérable des revenus du sol. Nous ne pouvons toutefois nous dispenser

TABLEAU XI. — FERMES ET HOSPICES DE BEAUVAIS (Oise).

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX ÉPOQUES SUIVANTES : | | | HAUSSE P. 100. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1815. | 1830. | 1848. | 1815-30. | 1830-48. | 1815-48. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | P. 100. | P. 100. | P. 100. |
| 1. Fay-sur-Bois.... | 865 | 900 | 1350 | | | |
| 2. Francastel....... | 3830 | 4300 | 6725 | | | |
| 3. Hotel Dieu...... | 4350 | 5140 | 10660 | | | |
| 4. La Tour... ..... | 340 | 2770 | 6900 | | | |
| 5. Haincourt....... | 2995 | 374 | 700 | | | |
| 6. Harotière ....... | 1295 | 3015 | 3720 | | | |
| 7. Malmaison ...... | 1266 | 1250 | 1100 | | | |
| 8. Roncières....... | 4000 | 4500 | 6100 | | | |
| 9. Fracourt..... .. | 1910 | 1010 | 1220 | | | |
| 10. Tiremont........ | 2000 | 2525 | 3000 | | | |
| TOTAL..... ..... | 22886 | 25784 | 41475 | 126 | 60 | 81 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830................. | 0.84 |
| | 1830-1848.................. | 3.33 |
| | 1815-1848.................. | 2.45 |

de signaler les différences qui s'observent dans l'augmentation des prix de fermage pendant la Restauration et le gouvernement de Juillet. La plus-value moyenne annuelle acquise par les fermes de l'Oise durant le règne de Louis-Philippe est quadruple environ de celle que nous constatons pendant la Restauration. C'est aux ravages de l'invasion en 1814 et 1815 qu'il faut attribuer cette longue dépression de la valeur locative. Elle est plus sensible encore, comme nous l'avons déjà dit, aux environs de Bourg.

Dans ses études sur les fermes appartenant aux Hospices de cette ville, M. Dubost[1] signale ce fait curieux.

A partir de 1790, dit-il, et jusqu'en 1796, la rente monta plus vite encore et passa presque brusquement de 30 à 45 francs l'hectare. Elle descendit ensuite

1. P.-C. Dubost, *Recherches sur la production agricole* (*Journal des Économistes*, 6 juillet 1870).

aussi rapidement qu'elle avait monté et se maintint autour de 30 francs durant tout l'Empire, et jusque dans les dernières années de la Restauration.

On peut s'étonner que le rétablissement de la paix générale en 1815 n'ait pas produit un effet immédiat sur la rente, car elle ne reprit sa marche ascendante que vers 1826. Mais plusieurs causes spéciales à la région de l'Est expliquent ce fait. L'arrondissement de Bourg, dont le territoire est l'objet de ces observations, fut occupé par les armées alliées en 1814 et en 1815. Cette double occupation fut loin de faire prospérer l'agriculture. Les cultivateurs furent quelquefois molestés dans leurs personnes et souvent dépouillés de leurs biens; d'effroyables réquisitions de vivres, de bétail et de matériel de transport leur furent imposées. La dernière invasion amena dans le pays la peste bovine qui moissonna la moitié du bétail; enfin l'année 1817, de désastreuse mémoire, mit le comble à ces maux et acheva de ruiner les cultivateurs.

Il fallut dix ans de paix pour guérir ces blessures et permettre à l'agriculture de reprendre son essor après avoir reconstitué son capital.

Ces remarques expliquent les chiffres suivants que nous empruntons au même travail :

FERMES ET HOSPICES DE BOURG.

| | | 1815 Fr. | 1840 Fr. | 1848 Fr. |
|---|---|---|---|---|
| Prix moyen du fermage par hectare | | 30 | 45 | 50 |
| | | | | Pour 100. |
| AUGMENTATION | 1815-1830 | | | |
| | 1830-1848 | | | |
| | 1815-1848 | | | 66.6 |
| AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE. | 1815-1830 | | | |
| | 1830-1848 | | | |
| | 1815-1848 | | | 2.0 |

On voit que la marche des revenus fonciers est ici comparable à celle dont nous avons, quelques pages plus haut, signalé des particularités pour les domaines agricoles des Hospices de Beauvais. L'accroissement des fermages fut très lent dans l'Oise sous la Restauration; à Bourg, il a été nul durant la même période. Mais dans l'une et l'autre région, l'augmentation a été ensuite très rapide, et s'est élevée jusqu'a 2,45 p. 100 par année moyenne aux environs de Beauvais, ou à 2 p. 100 dans l'arrondissement de Bourg. Cette plus-value est considérable, et dépasse même celle que nous avons constatée dans la région de l'Ouest. Elle ne saurait en tous cas que mieux confirmer l'opinion précédemment exprimée sur le caractère général du mouvement ascendant des prix de fermage de 1815 à 1848. Voici à ce sujet, quelques documents intéressants, recueillis dans les archives de l'Hospice civil de Chalon-sur-Saône.

Nous n'avons pas malheureusement réussi à nous procurer les prix de tous les baux antérieurs à 1830, un incendie récent ayant détruit une grande partie des pièces qui nous étaient indispensables.

TABLEAU XII. — FERMES ET HOSPICES DE CHALON-SUR-SAONE (Saône-et-Loire).

| NOMS DES FERMES. | PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES : | | |
|---|---|---|---|
| | 1830. | 1848. | 1830-48. |
| | Fr. | Fr. | P. 100. |
| 1. Rully | 1900 | 2200 | |
| 2. Lux | 4800 | 5120 | |
| 3. Varenne | 900 | 970 | |
| 4. Coclois | 2300 | 3300 | |
| 5. Saint-Côme | 4700 | 4640 | |
| 6. Grange-Vadot | 4850 | 5450 | |
| 7. Maison-Dieu | 1950 | 2640 | |
| 8. Champ-Forgeuil | 1500 | 2150 | |
| 9. Sermesse | 820 | 1370 | |
| TOTAL | 23720 | 29140 | 22.8 |

Pour 100.
AUGMENTATION MOYENNE ANNUELLE (1830-1848) .................. 1.26

Il suffit de jeter les yeux sur les chiffres inscrits dans ces colonnes, en regard de chaque ferme, pour voir que tous les baux sans exception ont été renouvelés avec une augmentation pendant les années qui ont précédé 1848.

*Conclusion.* — Quelques lignes suffisent pour indiquer la conclusion qu'on peut tirer de ces faits.

Notre étude a porté sur 275 domaines agricoles situés dans des régions différentes. L'étendue moyenne des exploitations, la richesse de la culture, la nature du sol, le climat même, ont évidemment varié pour chacun des groupes que nous avons examinés, mais partout cependant le même phénomène économique s'est produit. Si l'on fait abstraction de l'amplitude nécessairement différente des variations de la valeur locative, la tendance générale qui se dégage

nettement de l'étude des faits particuliers, c'est une hausse progressive des fermages.

Il en était ainsi, du reste, pour la France entière. L'enquête générale de 1821 sur les revenus fonciers de toute nature en évaluait le montant à 1580 millions. En comparant à ce chiffre celui qui résulte des travaux considérables entrepris par l'administration des contributions directes vers 1851, on trouve que l'augmentation totale a été de 850 millions ou de 53,7 p. 100 durant la période 1821-1851. Il est donc évident que l'accroissement, très net et très accentué des revenus fonciers, fut un phénomène général en France pendant la période que nous étudions aujourd'hui.

### La crise de 1830.

Nous nous sommes contenté jusqu'à présent d'indiquer la valeur locative d'une série de domaines agricoles à des dates fixes, séparées par un long intervalle de quinze ou dix-huit ans. Il était fort naturel d'employer ce procédé pour se rendre compte de la marche générale des prix de fermage, et pour obtenir ce que nous cherchions précisément, c'est-à-dire une moyenne.

Mais nous avons de cette façon laissé ignorer quelques-unes des variations qui ont pu se produire pendant chaque période; nous nous sommes, en un mot, borné à comparer les prix des baux en cours, soit à la fin du premier Empire, soit en 1830 ou en 1848, mais sans chercher à savoir quel avait été le montant de ceux qui furent renouvelés dans l'intervalle de ces dates extrêmes.

L'examen de ce que nous appellerons des variations secondaires, présente cependant un véritable intérêt.

Quand on étudie les baux renouvelés pendant le règne de Louis XVIII (1815-1824), on est tout d'abord frappé de l'augmentation considérable de leur valeur. Sans doute, cette hausse diffère avec chaque région, et même avec chaque ferme, mais ce sont là des nuances. Ce qui caractérise cette période, c'est l'accroissement de la valeur locative des exploitations rurales.

A partir de 1825, et jusqu'en 1830, le mouvement ascendant paraît s'arrêter ou se ralentir; les baux renouvelés pendant cette seconde période ne présentent qu'une faible augmentation.

Après 1830, la situation est plus fâcheuse encore. Ce n'est plus un temps d'arrêt que l'on constate dans la marche ascendante des prix de fermage, c'est un mouvement rétrograde très net et très

accentué. Cette règle souffre à vrai dire des exceptions; certains domaines, au contraire, sont loués à plus haut prix, mais il n'en est pas moins évident que l'agriculture et la propriété rurale traversèrent à ce moment une crise sérieuse qui se traduisit par une dépréciation très sensible de la valeur locative ou vénale du sol. On pourrait croire que les troubles de la Vendée expliquent cette baisse passagère, et que les fermes de la Sarthe ou de la Normandie n'ont pas eu à en souffrir. Il n'en est rien. La crise que nous signalons a été très générale. Nous en avons constaté les effets dans l'arrondissement de Rouen, comme dans le département de la Sarthe, dans les environs d'Angers aussi bien que dans ceux de Cholet, c'est-à-dire en Vendée.

En étudiant les variations des prix de fermage qui se rapportent aux domaines des Hospices de Bourg, on observe, à partir de 1830, la même dépression caractéristique.

Ajoutons que les événements de Juillet et les troubles qui signalèrent les débuts du règne de Louis-Philippe ne sauraient expliquer cette baisse. Elle était déjà sensible avant la chute de Charles X, et s'est prolongée jusqu'en 1840, c'est-à-dire longtemps après que les orages politiques de 1830 eurent été apaisés.

Nous chercherons bientôt à déterminer les causes probables de cette crise générale; hâtons-nous de dire qu'elle fut passagère. Dès 1840, et même quelques années avant pour certaines régions, la valeur locative du sol reprit son mouvement ascensionnel. Les fermages s'élevèrent alors brusquement beaucoup plus haut qu'en 1830; il y eut une sorte de réaction, que nous avons du reste signalée à une autre époque, pour certaines fermes dont la valeur locative augmentait rapidement après une longue période de dépression.

Les tableaux suivants feront très aisément comprendre la marche des revenus fonciers de 1815 à 1848 et les effets de la crise que nous venons de signaler.

1° FERMES DES HOSPICES DU MANS.

| | Total des fermages se rapportant à 31 domaines. Fr. |
|---|---|
| 1815 | 15.984 |
| Premiers baux renouvelés | 21.589 |
| SECONDS BAUX (CRISE) | **19.022** |
| 1848 | 24.567 |

2° FERMES DES HOSPICES D'ANGERS.

| | Total des fermages se rapportant à 23 domaines. |
|---|---|
| 1815 | 9.122 |
| Premiers baux renouvelés | 11.860 |
| SECONDS BAUX (CRISE) | **9.690** |
| 1848 | 14.340 |

3° FERMES DES HOSPICES DE ROUEN.

| | Total des fermages se rapportant à 10 domaines. |
|---|---|
| 1815 | 33.875 |
| Premiers baux renouvelés | 46.450 |
| SECONDS BAUX (CRISE) | **39.600** |
| 1848 | 49.350 |

La diminution des prix de location des terres est donc bien nettement accusée dans les régions de l'ouest auxquelles se rapportent les chiffres et les exemples précédents. Elle ne nous paraît pas avoir été moins sensible dans l'est de la France, et dans la Bresse en particulier. Au moment où nous écrivons ces lignes, nous avons sous les yeux un graphique représentant la marche du prix de fermage par hectare des domaines appartenant aux Hospices de Bourg. Sur onze baux renouvelés de 1829 à 1835, dix ont subi une diminution marquée, et la courbe qui en retrace les variations s'abaisse brusquement. Pour une seule exploitation, la valeur locative est restée la même. Il nous semble donc bien probable, sinon bien certain, que dans cette partie de la France l'influence de la crise agricole de 1830 se faisait sentir, et produisait cette dépression caractéristique des fermages que nous venons d'indiquer pour les exploitations agricoles des régions de l'ouest.

Nous aurions voulu encore multiplier les exemples, et relever en particulier les variations de la valeur locative des fermes appartenant aux Hospices de Beauvais et de Chalon-sur-Saône. Il nous a été malheureusement impossible de le faire. Les baux se rapportant aux domaines de l'Oise, ont été renouvelés entre 1824 et 1827 pour une très longue période, de sorte qu'il ne s'est pas produit une diminution appréciable dans les revenus des Hospices.

Quant aux fermes des environs de Chalon, les documents nous ont fait également défaut. Un incendie a récemment détruit les

archives des Hospices, et le receveur n'a pu nous fournir aucune indication sur les revenus des domaines avant 1830. Toute comparaison devenait en conséquence impossible.

Quelque regrettables que soient ces lacunes, peut-être trouvera-t-on cependant qu'il est intéressant de pouvoir montrer les effets d'une crise agricole très générale et très sensible, dans des régions aussi éloignées et aussi différentes les unes des autres que la Bresse, l'Anjou, le Maine, la Vendée et la Normandie.

Il n'est pas non plus sans intérêt de constater que ce mouvement rétrograde des revenus fonciers, pouvait être observé ailleurs qu'en France.

Dans son remarquable ouvrage sur *les Systèmes de culture*, M. H. Passy signalait une baisse considérable de la valeur locative du sol chez nos voisins d'outre-Manche.

« Depuis trente ans, disait-il, les rentes territoriales ont diminué en Angleterre. Des fermiers qui en 1812 louaient les terres à raison de 45 et 70 schillings l'acre, n'en donnent maintenant (1846) que de 20 à 30[1]. »

La crise que nous avons signalée en France existait donc plus intense encore chez une nation voisine.

A quoi pourrait-on attribuer une si frappante similitude dans les résultats si ce n'est à l'influence des mêmes causes?

## LES CAUSES

### I

On se rappelle combien nous avons insisté, dans la première et la seconde partie de ce travail, sur l'importance du prix de vente des denrées agricoles. A notre avis, l'influence qu'ils exercent sur le taux des fermages est inévitable et décisive. Aussi est-ce encore à leur action que nous ne craignons pas d'attribuer la crise de l'agriculture et la baisse des fermages en 1830. Notre opinion sur ce point est confirmée par les réflexions suivantes que nous empruntons à l'ouvrage déjà cité de M. H. Passy. Après avoir constaté la diminution de la valeur du sol en Angleterre de 1830 à 1840, l'auteur ajoute : « Et certes, quiconque s'en tiendrait à ce fait pour mesurer la force productive de l'agriculture anglaise, devrait en conclure qu'elle a perdu plus de la moitié de son ancienne puissance. »

1. H. Passy, *Des systèmes de culture*, p. 99, édition de 1846 (Guillaumin).

« Il n'en est rien pourtant; mais le blé qui, en 1812, se vendait jusqu'à 122 schillings le quarter, n'en vaut plus maintenant 60, et avec son prix a décliné celui des loyers agricoles. Il est à remarquer, au reste, qu'évaluée en quantité de blé la part de récoltes qui revient aux propriétaires des fonds n'a pas laissé que de décroître, car elle est descendue par acre de 57 à 50 centièmes de quarter; mais c'est là encore un résultat de la différence des cours des denrées. A mesure que les grains ont baissé de prix, les fermiers ont dû pour subvenir aux frais du travail et réaliser des bénéfices conformes à leurs besoins, se réserver une plus forte part de produits dont la valeur vénale s'était amoindrie. Le contraire avait eu lieu pendant la période de hausse. Ces effets si considérables et si distincts de l'inégalité du prix des denrées agricoles, montrent à quelles méprises on demeurerait exposé, *s'ils n'obtenaient toute l'attention désirable, et quelles rectifications sont indispensables pour assigner et conserver aux faits leur véritable caractère.* »

Ces réflexions confirment entièrement l'opinion que nous avons précédemment émise sur la relation nécessaire qui existe entre le prix des denrées, le montant du produit brut agricole et le taux des fermages. Citons encore, à l'appui de cette thèse, le passage suivant : « Parmi les faits dont il faut nécessairement tenir grand compte dans les évaluations comparatives de produit net, il en est un plus considérable encore, c'est l'influence exercée sur le taux des denrées agricoles sur le chiffre même des fermages. *Les fermages représentent en réalité une portion des récoltes, et ils s'élèvent ou s'abaissent à raison du prix courant de la part qui leur revient.* Supposez par exemple deux contrées où des cultivateurs également habiles puissent consacrer la même quantité de produit au loyer de terres de même contenance, le revenu du propriétaire converti en numéraire, montera plus haut dans celle de ces con rées où les fruits du sol auront le plus de valeur vénale, dans le voisinage de Bordeaux, par exemple, où le blé vaut de 20 à 21 francs l'hectolitre, plutôt qu'en Lorraine où il se vend de 15 à 16 francs; et pourtant l'art agricole n'en aura pas moins dans les deux pays une égale capacité productive. »

Or le phénomène qui caractérise pour nous la période 1820-1840, c'est précisément la diminution du prix courant des principaux produits agricoles.

M. Passy a déjà signalé cette baisse pour le blé en Angleterre.

Voici à ce sujet quelques chiffres précis empruntés au *Bulletin de statistique et de legislation comparée* (septembre 1886).

*Prix du blé en Angleterre par hectolitre.*

| | Fr. |
|---|---|
| 1800-1810 | 36.41 |
| 1810-1820 | 39.27 |
| 1820-1830 | 25.70 |
| 1830-1840 | 24 44 |
| 1840-1850 | 24.00 |

La baisse du prix du blé a donc coïncidé en Angleterre avec la diminution des fermages. En France la crise que nous avons signalée correspond, elle aussi, à une pareille dépression dans la valeur de notre principale céréale alimentaire.

*Prix du blé en France par hectolitre.*

| | |
|---|---|
| 1800-1810 | 20.03 |
| 1810-1820 | 24.67 |
| 1820-1830 | 18.00 |
| 1830-1840 | 19.11 |
| 1840-1850 | 20.49 |

En Allemagne, non seulement le prix du blé diminuait, mais celui de l'avoine baissait, lui aussi, très brusquement pendant la même période.

*Prix du blé et de l'avoine en Prusse*[1] *par 100 kilos.*

| | Blé. | Avoine. |
|---|---|---|
| 1816-1820 | 27.75 | 15.60 |
| 1820-1830 | 17.25 | 11.00 |
| 1830-1840 | 15.12 | 9.62 |
| 1840-1850 | 21.00 | 12.75 |

La diminution de valeur des céréales n'était donc pas spéciale à la France. Ajoutons que, dans ce dernier pays tout au moins, le prix de la viande était resté stationnaire ou même avait légèrement fléchi de 1830 à 1840, tandis que celui des laines, qui constituaient à cette époque pour nos agriculteurs une source de profits considérables, avait diminué de moitié.

D'un autre côté, l'élévation des salaires et les prix élevés des baux

1. Nous empruntons ces chiffres à un article publié dans le *Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirthschaft im deutschen Reich*, mars 1885. Leipzig, Dunder et Humblot.

en cours signés à une époque de prospérité rendaient plus difficile de jour en jour la situation des cultivateurs.

Nous retrouvons dans un mémoire, composé et publié à cette époque, un tableau intéressant de la crise que traversait alors l'agriculture française.

Depuis trente-cinq ans, dit l'auteur[1], on a pu constater que l'industrie agricole devait en grande partie sa prospérité à l'importation des mérinos. De grands bénéfices ont récompensé les cultivateurs qui ont suivi l'éducation de leurs troupeaux. En les faisant croiser avec les bêtes à laine mérinos, ils ont obtenu des métis qui au quatrième croisé avaient acquis une valeur telle qu'un bon troupeau (c'est un fait de notoriété) a souvent payé le fermage. Cette importation a produit une amélioration considérable dans l'agriculture jusqu'en 1818, époque à laquelle elle était encore très florissante.

Cette prospérité croissante s'est facilement révélée aux propriétaires qui en ont profité pour augmenter le loyer des terres. *Depuis quarante ans le prix des fermages a presque doublé* dans un rayon de trente lieues de la capitale (première cause du malaise qui existe aujourd'hui dans l'agriculture). C'est ainsi que le produit de ces améliorations a tourné entièrement au bénéfice des propriétaires. *Ajoutez à cela l'élévation des impôts, l'usage qui a prévalu* de les laisser à la charge des fermiers, enfin l'augmentation de la main-d'œuvre, suite naturelle de la prospérité générale. Cependant les bénéfices dus à l'importation des mérinos ont disparu, puisque depuis plusieurs années, *les moutons à laines fines, et les laines elles-mêmes ont perdu plus de la moitié de leur valeur.*

*Les grains ont subi une grande diminution;* les fermiers forcés de céder leur blé au-dessous de 16 francs l'hectolitre, vendent à perte!

Telles sont les causes du malaise de l'agriculture.

*Conclusion.* — Les pages qui précèdent ne peuvent laisser aucun doute sur la réalité de la crise agricole qui s'est produite vers 1830, et la comparaison du cours des céréales ou du prix de la viande avec les variations de la valeur locative des exploitations rurales, montre bien clairement à quelle cause principale il faut attribuer la diminution rapide des fermages, en France comme en Angleterre. Mais si l'on veut bien remarquer que la dépression du cours des principales céréales et du blé en particulier était alors un phénomène général dans l'Europe entière, on trouvera sans doute qu'une cause très générale, elle aussi, peut seule réussir à l'expliquer.

1. Voir *Annales de l'agriculture française*, année 1833, page 227. — Le mémoire a pour titre : *Observations sur l'agriculture et les subsistances en* 1833.

II

Nous pensons qu'une diminution notable dans la production des métaux précieux et l'accroissement naturel de leur pouvoir d'achat ont produit les variations considérables du prix des denrées agricoles dont nous parlions tout à l'heure.

Dans son livre sur la question de l'or, M. Levasseur signale en en effet, à partir de 1830, une diminution considérable de la productivité des mines du nouveau monde. « Tout change à cette époque, dit l'éminent professeur. L'insurrection des colonies espagnoles et les longs troubles dont elle est suivie paralysent le travail et diminuent le produit des mines.

« Guanaxuato, Zacatecas, Sombrette, Tasco, sont en pleine décadence; le Mexique ne donne plus en moyenne, de 1810 à 1825, que 65 millions par an. Le Pérou, qui de 1804 à 1808 avait frappé 205 millions en argent et 9 millions en or, n'en frappe plus que 202 pour les deux métaux de 1814 à 1819, et que 45 millions de 1820 à 1825.

« *Aussi la baisse des métaux précieux cesse-t-elle complètement.* »

M. Levasseur indique, quelques lignes plus loin, la conséquence de l'arrêt brusque dans la dépréciation longtemps progressive de l'or et de l'argent.

Le prix du blé, dit-il, a subi l'influence du ralentissement de la production des mines. Il n'augmente plus à Paris. Le prix de l'hectolitre de blé à Paris a été

| | Grammes d'argent. |
|---|---|
| De 1810 à 1819 | 112 |
| 1820 à 1829 | 90 |
| 1830 à 1839 | 81 |
| 1840 à 1846 | 92 |

Cette augmentation de la valeur ou du pouvoir d'achat des métaux précieux, correspondait évidemment à une diminution de prix, puisqu'il fallait un moindre poids d'argent ou d'or pour acquérir la même quantité de froment ou de toute autre céréale. A une époque où l'assolement triennal avec jachère était encore usité dans une grande partie de la France, et où par conséquent le blé représentait la principale récolte du cultivateur, la source ordinaire de ses profits, il est certain qu'une diminution brusque des prix de vente devait

provoquer une crise douloureuse. Il n'est pas moins évident que la valeur locative du sol, allait diminuer en même temps que le produit brut des exploitations rurales et les bénéfices du fermier.

Pour mieux établir le rapport qui existe entre les variations du pouvoir d'achat des métaux précieux et celles du revenu des terres, on peut du reste comparer entre elles deux périodes différentes, pendant lesquelles la valeur de l'or et de l'argent a éprouvé des modifications absolument opposées. L'étude de la marche des loyers agricoles dans l'une et dans l'autre, permettra de bien mettre en lumière la cause générale qui doit servir à l'expliquer.

## III

Il nous paraît impossible de comparer l'augmentation de la valeur locative du sol pendant la Restauration et le gouvernement de Juillet à celle qui s'est produite de 1789 à 1815. Ces deux périodes sont évidemment très différentes, et les événements politiques qui les caractérisent nous semblent devoir interdire tout rapprochement.

Les deux révolutions de 1830 et de 1848 n'eurent certainement pas sur la situation de l'agriculture et la valeur de la propriété rurale une influence comparable à celle qu'exercèrent les réformes politiques et financières de la Constituante, les terribles décrets de la Convention, le régime de la Terreur, l'établissement du maximum et la vente des biens nationaux. Le contraste est en outre trop saisissant entre la longue paix intérieure dont a joui la France depuis 1815 jusqu'à 1848, et les luttes sanglantes du premier Empire.

Nous avons montré du reste combien la plus-value moyenne annuelle acquise par la propriété rurale à partir de 1815 était supérieure à celle qu'on pouvait calculer pour les mêmes domaines pendant la période précédente.

Il est au contraire très naturel de comparer entre elles deux époques également prospères et caractérisées l'une et l'autre par la paix : nous voulons parler des vingt dernières années qui ont précédé la chute de l'ancien régime, et des trente-trois années qui ont suivi celle du premier Empire.

Nous avons donc calculé le montant des fermages perçus aux quatre dates extrêmes de 1770 et 1790 pour le XVIII<sup></sup>e siècle, de 1815 et 1848 pour le XIXe. Les nombres ainsi obtenus étant nécessairement différents pour chaque groupe de fermes, il était difficile de comparer entre elles les augmentations correspondantes.

Il nous a donc paru préférable de représenter par 100 le montant des fermages acquittés au début de chaque période, c'est-à-dire en 1770 pour la première et en 1815 pour la seconde, puis de calculer ensuite le chiffre correspondant à la valeur locative constatée soit en 1790, soit en 1848.

Les tableaux suivants contiennent les indications que nous avons pu recueillir :

FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES D'ANGERS.

| | XVIIIe siècle. | | XIXe siècle. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1770 | 1790 | 1815 | 1848 |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Montant des fermages aux dates suivantes[1]. | 20.404 | 35.409 | 28.970 | 44.905 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION | 1770-1790 | 73.5 |
| | 1815-1848 | 54.8 |

| | |
|---|---|
| TOTAL DES FERMAGES EN 1770 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1790 | 173.5 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1815 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1848 | 154.8 |

FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DU MANS.

| | XVIIIe siècle. | | XIXe siècle. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1770 | 1790 | 1815 | 1848 |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Montant des fermages aux dates suivantes | 26.671 | 47.967 | 46.879 | 78.803 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION | 1770-1790 | 79.8 |
| | 1815-1848 | 67.0 |

| | |
|---|---|
| TOTAL DES FERMAGES EN 1770 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1790 | 179.8 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1815 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1848 | 167 |

FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DE ROUEN.

| | XVIIIe siècle. | | XIXe siècle. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1770 | 1790 | 1815 | 1848 |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Montant des fermages aux dates suivantes[2]. | 9.685 | 15.630 | 40.625 | 60.725 |

1. Les hospices d'Angers ne possédaient pas le même nombre de fermes en 1790 et en 1815. On ne peut donc pas comparer les chiffres relatifs au XVIIIe siècle à ceux qui se rapportent au XIXe

2. Le montant des fermages indiqués dans ces colonnes se rapportent à six fermes pendant le XVIIIe siècle et à dix pendant la Restauration et le règne de Louis-Philippe.

| | |
|---|---|
| TOTAL DES FERMAGES EN 1770 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1790 | 161.2 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1815 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1848 | 149.4 |

FERMES APPARTENANT AUX HOSPICES DE BOURG (Ain).

| | XVIII[e] siècle. | | XIX[e] siècle. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1770 | 1790 | 1815 | 1848 |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Fermage par hectare | 18 » | 30 | 30 | 50 |

| | | Pour 100. |
|---|---|---|
| AUGMENTATION | 1770-1790 | 66.6 |
| | 1815-1848 | 66.6 |

| | |
|---|---|
| TOTAL DES FERMAGES EN 1770 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1790 | 166.6 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1815 | 100 |
| TOTAL DES FERMAGES EN 1848 | 166.6 |

Un moment d'attention suffit pour remarquer que trois de ces tableaux sur quatre présentent la même particularité. Partout ailleurs qu'aux environs de Bourg, l'augmentation des prix de fermage pendant les vingt dernières années de l'ancien régime a été notablement plus forte que pendant les trente-trois années qui ont suivi 1815. Les fermes de la Bresse font seules exception à cette règle et la raison en est facile à découvrir. Nous savons, en effet, que depuis 1789 jusqu'à 1815, l'accroissement de la valeur locative du sol fut à peu près nul dans cette région, et qu'en vertu de cette loi d'équilibre et de compensation déjà signalée, l'élévation des loyers agricoles a été tout particulièrement rapide de 1815 à 1848.

Pour pouvoir comparer entre elles des variations correspondant à des périodes d'inégale durée, il est nécessaire d'avoir recours au calcul des plus-values moyennes acquises annuellement par la propriété rurale dans les quatre régions que nous avons étudiées.

Les chiffres obtenus sont consignés dans le tableau XIII.

La plus-value moyenne annuelle qui pouvait seule donner ici une notion exacte de l'augmentation des fermages, a donc été, pendant la fin du XVIII[e] siècle, deux fois plus considérable que durant la Restauration et le gouvernement de Juillet! Ainsi, malgré les progrès incontestables réalisés en agriculture, malgré toutes les réformes sociales, politiques et financières, malgré l'augmentation de la population et de la richesse générale, malgré le développe-

ment des voies de communication de toute nature, la hausse des revenus fonciers aurait été moins rapide durant cette période que pendant le règne de Louis XVI, et les cinq dernières années de celui de Louis XV. — La force productive de l'industrie agricole avait-elle donc diminué au lieu de s'accroître, et les prétendues améliorations introduites dans les systèmes de culture auraient-elles eu

TABLEAU XIII.

| | AUGMENTATION P. 100 DES PRIX DE FERMAGE PENDANT LES PÉRIODES SUIVANTES : | |
|---|---|---|
| | 1770-1790. | 1815-1848. |
| | P. 100. | P. 100. |
| Fermes des hospices d'Angers.... | 73.5 | 54.8 |
| Fermes des hospices du Mans...... | 79.8 | 67.0 |
| Fermes des hospices de Rouen.... | 61.3 | 49.4 |
| Fermes des hospices de Bourg.... | 66.6 | 66.6 |
| Moyenne................ | 70.3 | 59.4 |
| PLUS-VALUE, MOYENNE ANNUELLE.. | 3.51 | 1.80 |

pour conséquence de ralentir le développement de la production au lieu de l'accélérer ?

C'est ici le moment de rappeler les remarques si judicieuses de M. Hippolyte Passy :

« Les fermages, dit l'auteur des *Systèmes de culture*, représentent en réalité une portion des récoltes, et ils s'élèvent ou s'abaissent à raison du prix courant de la part qui leur revient. »

Nous croyons que c'est bien en effet aux variations des prix de vente qu'il faut attribuer les différences que nous venons de constater dans la marche des loyers agricoles au XVIIIe et au XIXe siècle. Si l'augmentation des fermages a été si considérable et si rapide de 1770 à 1790, c'est parce que le prix des principales denrées agricoles s'était accru d'une façon presque soudaine, et dans de très fortes proportions durant la même période. Au contraire, si la marche ascendante de la valeur locative des propriétés rurales a été plus lente de 1815 à 1848 malgré les progrès de l'industrie agricole, c'est parce que le prix courant des produits est resté presque stationnaire, ou a même

diminué durant cette longue série d'années qui furent néanmoins fécondes et prospères.

En remontant plus haut encore, et en cherchant quelle a pu être la cause de ces variations si considérables dans les prix, nous n'hésitons pas à dire qu'on découvre l'influence exercée par la diminution ou l'augmentation de la puissance d'achat des métaux précieux, puissance qui varie elle-même avec leur abondance.

Nous avons montré dans la première partie de ce travail que l'or et l'argent du nouveau monde avaient produit en France et en Europe, de 1770 à 1790, une élévation rapide des prix. A cette dépréciation des métaux précieux correspondit une hausse des revenus fonciers, hausse rapide et extrêmement marquée.

Par une sorte de contre-épreuve, nous venons de signaler la diminution des fermages et de la valeur des denrées agricoles, de 1825 à 1840, c'est-à-dire au moment où la production des mines du nouveau monde s'abaissait brusquement.

A partir de 1850, l'or de Californie va faire son apparition sur le marché européen et y provoquer une hausse non pas semblable mais comparable à celle qui s'est produite vers la fin du XVIII[e] siècle.

La diminution du pouvoir d'achat des métaux précieux est si rapide, qu'on voit en cinq ans, les prix des produits agricoles et les revenus des terres augmentés de 25 ou 30 pour 100.

Nous aurons du reste l'occasion d'insister bientôt sur ces faits.

Il nous paraît donc certain qu'il existe une relation entre la puissance d'achat des métaux précieux et les variations de la valeur locative des propriétés rurales.

*Nous tenons cependant à bien affirmer dès à présent que nous n'attribuons pas à une seule cause les différences observées suivant chaque époque dans le revenu et le prix des terres. L'abondance ou la rareté relative des métaux précieux est une des circonstances multiples qui peuvent agir sur le taux des fermages; mais il en est d'autres qui exercent une sérieuse et incontestable influence.*

En première ligne il faut placer la transformation des systèmes de culture, et l'augmentation de la production agricole. Nous ne pouvons songer à faire aujourd'hui l'histoire des progrès accomplis en ce genre de 1815 à 1848. Qu'il nous suffise d'avoir étudié dans cet article la question des variations du revenu des terres à un point de vue particulier, en signalant une des causes qui peuvent le mieux contribuer à les expliquer.

# APPLICATION RATIONNELLE DES ENGRAIS AZOTES

PAR

**M. P. WAGNER**[1].

Dans cette brochure forte de soixante-dix-huit pages, l'auteur se pose un certain nombre de questions relatives à l'engrais azoté, que nous allons énumérer, et aux quelles il répond, en s'appuyant sur de nombreuses expériences.

1. *Peut-on augmenter la récolte de toutes les plantes cultivées par un engrais azoté?* — Quoique les pois, les vesces, le lupin, les trèfles, la luzerne, etc., exigent à peu près trois fois plus d'azote pour donner une récolte normale, que l'avoine, l'orge, le seigle, le blé, la betterave, la pomme de terre, le maïs, le colza, etc., les engrais azotés n'augmentent la récolte que d'une manière insignifiante. Des expériences ont été faites sur le seigle, la spargoute, le blé, le lin, le pois et la luzerne, dans quatre parcelles dont la première sans engrais azoté, la deuxième avec 20 kilogrammes d'azote par hectare, la troisième avec 35 kilogrammes d'azote et la quatrième avec 50 kilogrammes. La récolte de l'orge dans le sol sans engrais étant posée égale à 100, nous la voyons s'accroître successivement à 161, 220, 272 dans les parcelles de plus en plus riches en azote. Les relations sont à peu près les mêmes pour les autres plantes non légumineuses : pour la spargoute 114 (sans azote), 176, 214 et 254; pour le blé, 138 (sans azote), 212, 270, 316; pour le lin, 145 (sans azote), 205, 245, 291. Mais il en est tout autrement pour le pois et la luzerne qui ont donné, le pois, 935 (sans azote) 938, 961 et 883; la luzerne 976 (sans azote), 983, 1000, 994. Et cependant on voit que ces plantes qui, sans avoir reçu d'engrais azoté, ont fourni des récoltes de plus de 900 alors que les autres oscillent entre 100 et 145 ont eu besoin pour se développer d'une quantité d'azote beaucoup plus grande que les autres.

Si on fait germer comparativement diverses espèces dans un sable stérile pris à une grande profondeur dans le sous-sol et auquel on a ajouté tous les aliments minéraux nécessaires à l'exception de l'azote, l'orge, le colza, végètent si misérablement que les

1. *Die Steigerung der Bodenerträge durch rationelle Stickstoffdüngung.* Darmstadt, 1887. — *Biedermann, Centralbl.* XVII, 78.

plantes ne fournissent que 1,5 — 2,5 gr. de substance végétale, tandis que les vesces, la luzerne et les pois donnent au moins 90 grammes.

L'auteur cite comme plantes nécessitant l'emploi d'un engrais azoté : l'avoine, l'orge, le seigle, le blé, le sarrazin, le navet, la carotte, la pomme de terre, la chicorée, le tabac, le lin, le colza, les graminées fourragères, la spargoute, la moutarde blanche.

S'il est irrationnel de donner un engrais azoté aux légumineuses dans les conditions culturales normales, il peut devenir cependant utile, sur un sol pauvre, d'appliquer un léger engrais azoté pour que les plantes puissent traverser cette période de « faim d'azote » qui ne manquerait pas de se produire au moment où les jeunes plantes, ayant épuisé les réserves de la graine, n'ont pas encore la faculté d'assimiler l'azote atmosphérique.

Si le sol renferme naturellement assez d'azote pour que les jeunes plantes puissent prospérer pendant cette période, l'engrais azoté est inutile et absolument irrationnel; mais s'il n'en est pas ainsi, il faut leur donner une petite quantité de nitrate ou de sels ammoniacaux; faute de le faire, un grand nombre des plantules seraient détruites par des ennemis auxquels elles n'auraient pas la force de résister ou se dessécheraient, ayant des racines trop courtes, ou enfin périraient d'inanition.

2. *Quels sont les excédents de récolte qu'on peut obtenir à l'aide d'un engrais azoté?* — Pour qu'il y ait une récolte maxima, il faut que le sol renferme assez d'azote soluble pour que les jeunes plantes se développent aussi rapidement que possible, et cela est vrai pour les légumineuses aussi bien que pour les autres plantes. Dans le cas contraire un très léger engrais de nitrates ou de sels ammoniacaux peut occasionner un rendement vraiment surprenant. Ainsi, par exemple, 10 parties d'azote ajouté à un sol stérile dans lequel on avait semé des vesces, ont fourni un excédent de récolte renfermant 40 parties d'azote; évidemment les 10 parties n'ont servi qu'à soutenir les plantes pendant la période de faim. Mais ici l'engrais azoté joue plutôt le rôle d'un médicament que d'un aliment proprement dit et, indépendamment de ce cas particulier, on doit se demander : quelle est la masse végétale qu'on récoltera en appliquant une quantité déterminée d'azote, par exemple, 100 kilogrammes de salpêtre du Chili?

Les essais de culture en plein champ ne peuvent pas nous ren-

seigner à cet égard, parce que le sol renferme déjà une certaine quantité d'azote, parce qu'il est difficile de répandre convenablement l'engrais, parce qu'on ignore enfin si les autres aliments, l'acide phosphorique, la potasse et surtout l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes. Les moindres variations sous ce rapport peuvent considérablement fausser les résultats de l'expérience.

L'auteur cherche à résoudre le problème par le calcul. Nous savons, grâce à M. E. Lierke[1], qu'une récolte moyenne d'avoine de 2,400 kilogrammes de grains et 4,000 kilogrammes de paille contient 68 kilogrammes d'azote. On doit admettre, et l'auteur le prouvera plus tard, que les deux tiers seulement de l'azote sont enlevés avec la récolte; il faut donc que le sol renferme 100 kilogrammes d'azote sous une forme facilement soluble pour fournir cette récolte de 68 kilogrammes d'azote : Autrement dit : de 100 kilogrammes de salpêtre du Chili avec 15,5-16 kilogrammes d'azote, 10 kilogrammes environ sont transformés en masse végétale et peuvent fournir, tout calcul fait, un excédent de récolte de 355 kilogrammes de grains et de 585 kilogrammes de paille d'avoine.

Le même calcul a été fait pour un grand nombre d'autres plantes. Ces chiffres sont trop intéressants pour que nous en omettions un seul :

100 kilogrammes de salpêtre du Chili (nitrate de soude) produisent les excédents de récoltes suivants :

| | Kgr. | Kgr. |
|---|---|---|
| Blé | 350 grains. | 500 paille. |
| Seigle | 330 — | 850 — |
| Orge | 420 — | 600 — |
| Avoine | 350 — | 580 — |
| Maïs | 420 — | 580 — |
| Riz | 1000 — | 1200 — |
| Sarrasin | 420 — | 640 — |
| Pommes de terre | 2600 — | 300 — |
| Betteraves à sucre | 4500 racines. | 900 feuilles. |
| Betteraves à bestiaux | 3000 — | 1000 — |
| Carottes | 3700 — | 560 — |
| Chicorée | 3400 — | 410 — |
| Foin | 650 foin. | |
| Maïs-fourrage | 5300 masse végétale. | |
| Colza | 210 graines. | 600 paille. |
| Pavot | 170 — | 500 — |
| Cotonnier | 279 — | 100 coton. |

1. *Lierke's praktische Düngertafel.*

| | Kil. | Kil. |
|---|---|---|
| Houblon | 70 cônes. | 320 tiges et feuilles. |
| Tabac | 180 feuilles. | 150 tiges. |
| Canne à sucre | 2000 cannes. | |
| Choux | 4200 | |
| Choux-fleur | 1500 têtes. | 1500 feuilles. |
| Chou-rave | 1400 tubercules. | 1200 — |
| Cornichons | 6000 | |
| Oignons | 3700 | |

On voit que l'augmentation de la récolte obtenue avec 100 kilogrammes de salpêtre du Chili, est extrêmement variable, Mais il ne faut pas oublier que la masse récoltée et la rentabilité de l'engrais azoté sont loin d'être toujours proportionnelles. Si on se base sur l'état actuel du marché, les bénéfices réalisés par l'application de 100 kilogrammes de salpêtre du Chili seraient les suivants, en chiffres ronds :

| | Francs. |
|---|---|
| Foin | 30 |
| Colza (graines) | 52 |
| Betterave à bestiaux | 59 |
| Blé et paille | 74 |
| Betterave à sucre | 90 |
| Œillette | 127 |

Le bénéfice est très différent suivant la nature du produit, et il saute aux yeux qu'il faut par de fortes fumures azotées activer l'accroissement surtout des plantes qui produisent les marchandises les plus chères.

Si nous nous plaçons au point de vue du producteur, il faut nous demander *jusqu'à quel point les excédents de récolte, que le calcul attribue à une quantité determinée de l'engrais azoté, peuvent être atteints dans la pratique.*

Les chiffres qui figurent ci-dessus ont été déduits de la composition moyenne de la récolte. Il est clair qu'ils seront peu élevés, lorsque la récolte est moins riche en azote et plus faibles dans le cas contraire.

Il s'agit donc de savoir d'abord en dedans de quelles limites le taux de l'azote peut varier dans le produit d'une même plante cultivée et quelles sont les causes de ces oscillations.

L'auteur promet à ce sujet la publication d'un travail spécial, mais il croit pouvoir, dès à présent, attaquer les conclusions que M. Märcker a tirées de ses expériences de culture.

Ce dernier savant dit :

*a.* Que l'engrais azoté augmente la richesse en protéine, par conséquent en azote, du produit final ;

*b.* Que cette augmentation est maxima lorsque les plantes sont clairsemées ;

*c.* Que l'acide phosphorique abaisse le taux de l'azote de la récolte.

D'après M. Wagner il faudrait se représenter les choses de la manière suivante : l'azote du salpêtre du Chili est avidement absorbé par la plante, transformé en matière végétale de manière à fournir même le maximum de récolte, à la condition que le travail des plantes ne soit pas entravé et que les autres aliments nécessaires à la formation de la paille et du grain ne fassent pas défaut et soient offerts en quantités suffisantes. 10 kilogrammes d'azote suffisent à l'avoine pour développer 600 kilogrammes de grain et 1000 kilogrammes de paille ; et dans ces conditions les grains comme la paille ne renferment pas plus d'azote (relativement) que chez les plantes qui n'ont pas reçu d'engrais azoté.

Mais si la plante est empêchée d'élaborer normalement l'azote absorbé, si l'eau vient à manquer, si l'acide phosphorique ou la potasse du sol ne suffisent pas pour le développement des 1,600 kilogrammes de grain et de paille, s'il ne peut être fabriqué par exemple que 1000 kilogrammes d'excédent de récolte, les 10 kilogrammes d'azote se répartissent sur une masse végétale moindre, la substance fabriquée est plus azotée. L'augmentation du taux de l'azote de la récolte provient de ce que l'engrais azoté n'a pas pu produire son effet complet.

On se figure souvent à tort que l'engrais azoté agit sur la plante tout en demeurant en majeure partie dans le sol. Peu de temps suffit pour que tout le salpêtre ait pénétré dans la plante ; à mesure que la quantité de substance végétale augmente, le taux de l'azote doit diminuer jusqu'à un minimum qui correspond au terme de l'action de l'azote et de l'accroissement de la récolte.

M. Wagner pense qu'un facteur quelconque, probablement l'eau, a manqué dans les expériences de M. Märcker, de sorte que tout l'accroissement de la récolte n'a pas été atteint et que le produit final s'est trouvé trop azoté. Il en aurait été à peu près de même pour les plantes clairsemées. Le nombre des plantes ayant été trop faible, le maximum de récolte, correspondant à la quantité

d'engrais azoté qu'on a donné, n'a pu être atteint et la masse végétale a été encore une fois plus azotée que de raison.

Quant à l'influence déprimante de l'acide phosphorique, elle s'explique précisement de la même manière, mais en partant non de l'azote, mais de l'acide phosphorique : un excès d'acide phosphorique, en présence d'une quantité d'eau suffisante, provoque un développement de la plante qui est excessif par rapport à la quantité d'azote disponible : les plantes souffrent de la faim d'azote : de là dépression du taux de ce corps dans la récolte.

Ces contradictions apparentes étant levées, l'auteur recommande de considérer les chiffres qu'il a donnés comme suffisamment exacts pour exprimer, du moins provisoirement, les excès de récolte fournis par 100 kilogrammes de salpêtre.

Les expériences de l'auteur, où l'avoine par exemple, a donné avec 100 kilogrammes de salpêtre du Chili, un excédent de récolte de 750 kilogrammes de grain et de 1200 kilogrammes de paille, prouvent que ces chiffres peuvent être atteints et même dépassés dans la pratique. Il n'en est pas moins vrai que ces excédents sont le plus souvent beaucoup plus faibles; il s'agit donc de répondre à la question suivante :

3. *Que doit faire le cultivateur pour tirer le maximum d'effet de l'engrais azoté?* Il faut avant tout que le sol renferme sous une forme assimilable des quantités suffisantes de potasse, d'acide phosphorique et de chaux. Ces conditions ne sont pas faciles à réaliser parce que la richesse du sol en acide phosphorique et en potasse est extrêmement variable, et que nos connaissances au sujet de l'assimilation de ces corps sont encore très incomplètes. Il ne nous reste qu'une chose à faire, c'est de donner au sol un excès de potasse et d'acide phosphorique, méthode sans grand inconvénient, puisque les deux aliments sont également fixés par le sol et que les plantes se trouvent ainsi en mesure d'utiliser le plus complètement possible les trop courtes périodes de conditions atmosphériques particulièrement favorables. La potasse et l'acide phosphorique doivent non seulement suffire pour l'alimentation normale de la plante, mais il faut qu'il y en ait assez pour parer à l'éventualité d'un accroissement exeptionnel. L'excès d'azote est au contraire inutile, parce qu'il provoquerait un accroissement tout à fait anormal des plantes et que les parties non utilisées sont perdues.

L'auteur recommande de faire de nouvelles expériences au sujet

des quantités de potasse et d'acide phosphorique qu'il faut donner au sol.

Malheureusement toutes ces précautions sont insuffisantes si l'eau, la chaleur, la lumière ne permettent pas d'atteindre l'excédent de récolte correspondant à l'engrais azoté. Ces trois facteurs que nous ne pouvons pas modifier à notre gré marquent fatalement la limite que la récolte ne peut pas dépasser. Nous nous bornerons donc à leur adapter les quantités d'engrais azoté. Voici, d'après M. Wagner, comment le praticien devra opérer :

Connaissant la quantité de grains, de pommes de terre, de betteraves, etc., qu'on peut s'attendre à récolter, étant donné l'état du champ, le cultivateur se fixe un but en harmonie avec ces conditions et avec les conditions climatériques moyennes, c'est-à-dire il détermine d'avance l'excédent de récolte qu'il peut raisonnablement s'attendre à obtenir. Il calcule ensuite, à l'aide des chiffres que nous avons reproduits plus haut, la quantité d'azote à donner au champ sous forme d'engrais.

Si l'excédent de récolte désiré n'est pas atteint, la cause de l'échec peut être recherchée dans le manque des autres aliments minéraux, de l'eau, ou dans la saison trop froide, ou enfin dans les pertes d'azote à la suite de pluies persistantes qui entraînent les nitrates dans le sous-sol. Peut-être encore a-t-on employé une quantité insuffisante ou une quantité trop forte de semences. L'observation et les essais permettront de décider les causes de la non réussite. Il peut être au-dessus de nos moyens d'améliorer les conditions existantes, puisque nous ne pouvons pas changer à notre gré les conditions climatériques. Il peut être avantageux dans ce cas de réduire la quantité de l'engrais azoté.

4. *Comment peut-on expliquer les échecs et que doit-on faire pour les éviter ?* — Les causes du succès incomplet de l'engrais azoté sont assez nombreuses. Nous allons les énumérer méthodiquement et indiquer les moyens de les combattre.

*a.* L'azote n'a pas été complètement absorbé par la plante. Cet accident peut provenir de ce que l'engrais n'a pas été donné en temps utile. Quand il s'agit par exemple de céréales d'hiver, on applique fréquemment l'engrais en automne. Ce serait une faute de donner dès l'automne toute la quantité d'engrais azoté destinée à alimenter les plantes durant leur végétation complète. Il ne faut leur donner que ce qui est nécessaire pour les amener jusqu'à la

période du repos hivernal: l'excès serait inutile et exposé à se perdre.

Voici, à ce sujet, les résultats d'une expérience des plus éloquentes.

10 kilogrammes d'azote ont produit les excédents de récolte suivants, comparés à la récolte obtenue sans engrais azoté:

| | Grains. Kgr. | Paille. Kgr. |
|---|---|---|
| Salpêtre du Chili au printemps | 215 | 739 |
| Sulfate d'ammoniaque en automne | 41 | 169 |
| Une partie de l'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, le reste sous celle de salpêtre du Chili au printemps. | 145 | 575 |
| Un peu de salpêtre du Chili en automne, le reste au printemps | 156 | 495 |

L'avantage est sans contredit à l'engrais printanier. La récolte minima au contraire a été fournie par le sulfate d'ammoniaque entièrement donné en automne. Contrairement à ce qu'on dit souvent, les sels ammoniacaux sont exposés à passer dans le sous-sol. Même au printemps on peut perdre une certaine quantité de nitrate. Pour les céréales d'été, les betteraves, les pommes de terre, le colza, le lin, etc., l'auteur propose, surtout dans les terres légères, de diviser la quantité d'engrais et de la distribuer en plusieurs doses avant et après les semailles.

*b*. L'azote a été complètement absorbé par les plantes, mais il n'a pas produit tout son effet parce que l'acide phosphorique, la potasse, etc., ont fait défaut (voyez plus haut), parce que les plantes étaient trop clairsemées, ou parce que le nitrate a été absorbé trop tard, soit que les conditions atmosphériques aient été défavorables, soit qu'on ait donné l'engrais trop tard, ou enfin parce qu'on a donné trop d'azote.

Quant à la somme d'engrais azoté, il est clair qu'on peut viser trop haut, car on ne peut pas prévoir le temps. Il n'y a donc pas de certitude absolue, mais les chances sont heureusement assez grandes pour qu'on puisse s'exposer aux risques, surtout quand il s'agit d'un produit coté assez haut sur le marché.

*c*. L'azote a produit tout son effet, mais il a favorisé la formation de la partie la moins précieuse de la récolte, en donnant trop de paille par rapport à la quantité de grains.

On sait que le rapport entre la paille et le grain est extrêmement variable et qu'il est d'une grande importance au point de vue de

la valeur de la récolte. Comment se fait-il que de 100 parties d'azote absorbé, tantôt 60, tantôt 50 ou même 40 servent à la formation du grain tandis que le reste entre dans la composition de la paille? Y a-t-il un moyen de diriger sous ce rapport l'emploi des substances azotées? Le vieil adage : *L'azote favorise le développement des feuilles, l'acide phosphorique celui des grains*, ne nous explique rien, parce qu'il est faux.

Il est vrai que l'engrais azoté exagère la production de la paille plus que celle du grain, et cela s'explique facilement quand on veut bien réfléchir sur la différence qu'il y a entre l'action de l'azote du sol et celle du salpêtre du Chili. Le premier fournit tous les jours un peu d'acide azotique et constitue par conséquent une source d'aliment lente mais continue, tandis que l'azote du salpêtre peut être absorbé de suite en grande quantité. La nutrition de la plante est profondément modifiée. Quand l'azote du sol existe seul, les quantités d'azote journellement solubilisées régissent, du moins ordinairement, toute la végétation ; il en est tout autrement quand la plante dispose d'un grand excès de nitrate ; tant que cet excès persiste, la végétation est dominée non par l'azote, mais par les doses journellement disponibles d'acide phosphorique, de potasse, ou même par des facteurs physiques, tels que le degré d'humidité, la chaleur, la lumière, etc. Dès que l'excès d'azote est élaboré, la plante retombe sous le régime de l'azote du sol.

Parmi les nombreuses combinaisons qui résultent de ces faits, citons les suivantes :

*a*. La quantité de salpêtre est vite usée : tallement vigoureux, formation vigoureuse des chaumes, mais dès l'épiage, les plantes ont faim d'azote, les grains se développent mal. Résultats : beaucoup de paille et peu de grain.

*b*. Le salpêtre est vite usé, mais le sol étant riche en matières organiques fournit assez d'azote pour la formation du grain : accroissement normal de la récolte de paille et de grain.

*c*. L'engrais ayant été très abondant, l'azote du salpêtre suffit pour le développement et de la paille et du grain.

*d*. Le salpêtre est usé lentement parce que le sol ne renferme que peu de phosphates : le rapport entre la paille et le grain sera normal.

*e*. Le salpêtre est vite usé parce qu'on a donné un engrais riche en acide phosphorique. L'azote manque pour la formation du grain :

beaucoup de paille et peu de grain ; l'excès de paille provient par conséquent de l'engrais phosphaté.

*f.* On a donné en même temps beaucoup d'acide phosphorique et beaucoup de salpêtre; le développement du blé sera tellement exubérant qu'il verse. Si on avait donné moins d'acide phosphorique, le salpêtre se serait plus régulièrement distribué à toutes les périodes de la végétation, ou si on avait partagé le nitrate en trois portions répandues successivement aux semailles, au tallement et à l'épiage, le blé n'aurait pas versé et on aurait récolté grain et paille dans de bonnes proportions.

*g.* On n'a appliqué l'engrais azoté qu'au moment de l'épiage, le nombre des chaumes ne s'est pas multiplié, mais ceux qui existaient déjà on pris beaucoup de développement; l'azote porte tout son effet sur la formation des grains.

Toutes les fois qu'on voudra faire profiter surtout le grain de l'engrais azoté, il faudra donner aux céréales, avant l'achèvement du tallement, assez d'engrais azoté pour qu'il se fasse un nombre favorable de chaumes, et après le tallement, une nouvelle quantité destinée au développement des épis et du grain.

Le sol étant en bon état de culture ou enrichi en azote par la culture de pois ou de trèfle, il n'est guère nécessaire d'aider au tallement par un engrais azoté, ou on peut se contenter d'une dose minime de nitrate ou de sel ammoniacal; mais, après le tallement, on répandra une forte quantité de nitrate sans craindre la verse; la dose qu'on peut appliquer à ce moment sans crainte de verse est beaucoup plus forte que si on avait donné l'engrais au début.

Si on veut enrichir un sol épuisé d'azote, en répandant 600 kilogrammes de salpêtre du Chili, on fera bien de donner un sixième en automne, deux sixièmes en mars et le reste en mai.

La verse provient uniquement de ce que, par un engrais donné trop tôt, on a engendré un grand nombre de chaumes; on devrait porter son attention plutôt sur la nutrition après le tallement, et favoriser le développement des chaumes assez espacés pour admettre la lumière. Il faut avoir soin d'entretenir dans le sol une quantité suffisante de phosphates et de potasse, car il s'agit de faire assimiler en peu de temps les engrais donnés tardivement.

Dans les sols très légers il est particulièrement difficile d'administrer l'engrais azoté d'une manière rationnelle; on fera bien d'avoir recours aux engrais verts, pois, vesces, lupins, trèfle. On

peut encore distribuer en automne le salpêtre et les sels ammoniacaux destinés aux plantes qui doivent occuper le sol au printemps et de semer de suite de la moutarde blanche qui se développe avec une rapidité incroyable et transforme l'azote en azote organique. Il est même possible qu'on arrive par cet artifice à récolter de l'orge de brasserie et du blé de meilleure qualité que si on avait directement offert les sels azotés, sans compter la modification heureuse du sol par suite de l'accumulation d'une grande quantité de matière végétale et la destruction des mauvaises herbes, de l'ivraie surtout, qui ne pourrait plus végéter sous le couvert épais de la moutarde blanche.

L'expérience aura à décider cependant si les pertes d'azote ne sont pas trop grandes pendant ces diverses transformations.

5° *Les engrais phosphatés trop abondants sont-ils nuisibles et peut-on obvier à leurs inconvénients par les engrais azotés?* Lorsqu'il y a excès d'acide phosphorique, les plantes jaunissent de bonne heure et mûrissent plus vite que celles qui ont un excès azoté. M. Märcker admet que l'acide phosphorique dispose les plantes à accomplir plus rapidement toutes les fonctions vitales. M. Wagner n'est pas de cet avis. Pendant la maturation, la plante cesse de fabriquer des matériaux nouveaux, les produits dispersés dans les feuilles et dans les tiges émigrent dans les magasins de réserve souterrains (tubercules, racines), ou aériens (fruits). Cette migration est troublée ou ralentie toutes les fois que la plante, par des aliments assimilables, est sollicitée vers la reprise de ses fonctions assimilatrices ; elle est activée au contraire si les aliments ou un des aliments, l'eau, l'azote par exemple, viennent à manquer. La plante ayant reçu beaucoup d'acide phosphorique, ayant fabriqué beaucoup de masse végétale, élaboré de grandes quantités d'azote et de potasse, évaporé beaucoup d'eau, le sol peut finir par s'épuiser et la famine, faute d'azote, de potasse ou même d'eau, vient plus vite que si le sol avait été moins riche en acide phosphorique; la production cesse relativement de bonne heure. Si dans un cas pareil on avait eu soin d'ajouter une plus forte portion d'azote ou appliqué un engrais azoté tardif, l'acide phosphorique n'aurait pas été nuisible.

6° *Est-il vrai que l'engrais azoté provoque une dépense inutile (dépense de luxe) d'acide phosphorique et de potasse et qu'il diminue ainsi la fertilité du sol?* Les récoltes étant plus fortes, il est

clair que les plantes enlèvent plus de potasse et d'acide phosphorique au sol et qu'il faudra lui restituer des quantités équivalentes. Mais on a cru en outre que la soude du salpètre solubilise la potasse et l'acide phosphorique du sol que la plante absorberait en quantités plus grandes qu'il ne faut pour la constitution de la récolte.

Déjà Stutzer a montré que les récoltes obtenues après l'emploi du salpêtre ne sont pas relativement plus riches en potasse et en acide phosphorique que celles qui n'avaient pas reçu d'engrais. M. Wagner montre même que les plantes sans engrais peuvent soustraire au sol plus d'acide phosphorique que celles d'une parcelle enrichie de nitrates.

Le taux de l'acide phosphorique des grains d'avoine est le même, quelle qu'ait été la nature de l'engrais azoté, nitrate de soude, sulfate, carbonate ou nitrate d'ammoniaque, et le rapport est également le même pour les plantes sans engrais. Quant à la paille, celle des plantes sans engrais renferme le triple d'acide phosphorique de celles qui avaient reçu du nitrate de soude; ces dernières contenaient en outre moins de potasse que toutes les autres. Cette accumulation d'acide phosphorique dans la paille n'a rien qui doive nous surprendre; l'azote faisant défaut, ce corps a bien été absorbé, mais n'ayant pas été assimilé, s'est déposé dans un état insoluble dans les tiges et les feuilles tandis que les grains ne peuvent recevoir que de l'acide phosphorique assimilé susceptible de migration.

Nous pouvons en déduire un enseignement précieux : nous devons rendre à l'acide phosphorique absorbé sa pleine action en le faisant accompagner par une quantité suffisante d'azote.

7° *Pourquoi l'azote des sels ammoniacaux a-t-il pu produire un effet différent de celui des nitrates?* Un grand nombre d'essais de culture ont démontré que les sels ammoniacaux appliqués aux betteraves à sucre et aux pommes de terre sont beaucoup moins avantageux que les nitrates. La différence est moins acccusée quand il s'agit de céréales.

L'auteur a fait des expériences à ce sujet.

Pour l'avoine, les graminées fourragères, le seigle, le sarrazin, on peut prendre indifféremment les nitrates ou les sels ammoniacaux. L'engrais a été répandu au printemps immédiatement avant les semailles sur un sol argileux renfermant quelques centièmes de calcaire. Dans quelques séries cependant les sels ammoniacaux ont donné de 10-15 p. 100 moins que les nitrates. D'autres expériences

sur l'avoine et le colza ont montré que la forme du sel ammoniacal, sulfate, carbonate ou nitrate est également indifférente. Les sels ammoniacaux agissent aussi rapidement que les nitrates, quelquefois même plus vite, alors par exemple que les nitrates sont entraînés et soustraits aux racines par les eaux pluviales. Il faut donc admettre que la nitrification est rarement trop lente pour que les végétaux ne soient pas convenablement alimentés.

On a quelquefois observé un action vénéneuse des sels ammoniacaux, notamment sur les pommes de terre et les betteraves; mais il est assez singulier que cet accident ne se produise pas régulièrement après chaque forte fumure; il paraît donc vraisemblable qu'il s'agit ici d'une influence nuisible indirecte de ces sels.

D'ailleurs toutes les plantes cultivées ne sont pas également sensibles sous ce rapport. De l'avoine ayant reçu la dose énorme de 300 kilogrammes d'azote, soit 1500 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par hectare, a donné une aussi bonne récolte que l'avoine qui avait reçu la même quantité d'azote sous forme de salpêtre. L'azote avait été en outre normalement assimilé (64 p. 100), mais l'application des sels ammoniacaux ayant été répétée les années suivantes, les résultats ont été moins bons qu'avec les nitrates.

Ce n'est donc pas la nature de la plante qu'il faut accuser de la différence de récolte, mais il semble au contraire qu'il doive se produire quelque changement dans le sol. La soude du salpêtre du Chili exerce une certaine influence sur les qualités physiques; il se forme en effet du carbonate de soude par double décomposition du nitrate de soude et du carbonate de chaux, et ce sel est fixé par le sol: les particules de ce dernier s'attachent plus solidement les unes aux autres et la capacité pour l'eau est augmentée.

L'auteur ne prétend pas expliquer entièrement la différence entre les nitrates et les sels ammoniacaux : il reconnaît au contraire qu'il règne encore une grande obscurité dans tout ce qui concerne les effets de l'ammoniaque.

Le mémoire se termine par un article relatif à la question toute d'actualité :

8° *Comment le cultivateur peut-il tirer parti de l'azote atmosphérique?* L'auteur montre, sans apporter des faits essentiellement nouveaux, que les légumineuses prospèrent sur un sol très pauvre et absorbent facilement l'azote libre de l'air. Des vesces et des pois

semés en automne pendant trois années de suite comme engrais vert n'avaient reçu que de l'acide phosphorique et de la potasse. Le développement de ces plantes a été tel que l'hectare s'est enrichi tous les ans de 200 kilogrammes d'azote dont on a fait profiter le seigle d'été venant ensuite; la récolte du seigle s'est augmentée, à la suite de l'engrais vert, de 3,300 kilogrammes de grains et de 7,500 kilogrammes de paille

---

## CORRESPONDANCE

Nous recevons de M. le Professeur Church, la lettre suivante que nous nous faisons un devoir de publier. P. P. D.

Kew, Angleterre, 30 juillet 1888.

Monsieur

Je vous prierai de vouloir bien rappeler aux lecteurs de l'excellent article de M. Pagnoul paru récemment dans les *Annales agronomiques* sur la *Richesse et la densité du blé*, que j'ai moi-même traité le même sujet.

Il y a plus de vingt ans que j'ai publié mes expériences sur les liaisons qui existent entre l'aspect, la densité et la teneur en azote des grains de blé, et sur les conditions qui sont favorables à la production des grains translucides ou au contraire opaques.

Dans l'ouvrage *Practice with science*, t. I, p. 345, 1847, j'ai constaté en opérant sur trois variétés de blé, des faits semblables à ceux qu'a trouvés M. Pagnoul. J'ai spécialement examiné trois variétés caractéristiques de grain de blé, et trouvé la distinction, entre les grains, durs, cornés, serrés, transparents et les grains trop mous, farineux, opaques pour être bons. La proportion centésimale de l'eau est la même dans les grains translucides ou opaques, celle de l'azote est au contraire très différente; la quantité moyenne est de 1,86 dans les grains transparents contre 1,45 seulement dans les opaques. En multipliant par 6, 25, on arrive aux quantités approximatives suivantes des matières azotées :

| VARIÉTÉS DE BLÉ. | MATIÈRES AZOTÉES pour 100. | |
|---|---|---|
| | Transpar. | Opaques. |
| Spadling rouge (1864) | 11.19 | 8.79 |
| Hallet's blanc, rough chaff (1865) | 13.06 | 9.50 |
| Archer's prolific (1865) | 10.69 | 8.89 |
| Moyenne | 11.85 | 9.03 |

Il est inutile d'insister; les journaux agricoles ayant publié depuis longtemps mes expériences sur les différences qui subsistent entre les grains de blé provenant d'une même gerbe et d'un même épi. On trouvera au reste tous les renseignements dans les ouvrages *How et crops, grow*, 1869, et *Food grains of India*, 1886.

Il est bien entendu que je n'ai aucune idée de déprécier en quoi que ce soit l'admirable travail de M. Pagnoul, je voulais seulement montrer que j'avais obtenu de mon côté et depuis longtemps des résultats analogues à ceux qu'il a constatés.

Agréez, monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments.

A. H. CHURCH.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**Sur le coefficient isotonique de la glycérine**, par M. H. DE VRIES[1]. — M. Klebs[2] a trouvé l'année dernière que la glycérine pénètre plus facilement que les autres substances soumise à l'essai, à travers le protoplasma vivant du *Zygnema* dans l'intérieur des cellules. Si on rapproche de ce fait cet autre, découvert par M. A. Meyer et par M. Laurent, savoir que la glycérine offerte à des plantes vertes maintenues à l'obscurité, peut servir à la formation d'amidon, on ne peut se défendre de l'idée que peut-être la glycérine joue dans l'économie de la plante un rôle plus important qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. Nous sommes encore si incomplètement renseignés sur le mécanisme de la nutrition que personne n'a le droit de déclarer cela impossible. Il est vrai que le glucose passe pour être la forme de voyage des hydrates de carbone ou même plus généralement des corps ternaires, mais M. de Vries a montré que le microscope ne peut déceler la présence du glucose dans les cellules situées sur la voie de migration que lorsque ces cellules l'accumulent pour une cause ou une autre. Les tracés qu'on observe sont interrompus quelquefois sur des longueurs considérables quoique la migration soit nécessairement aussi forte en ces endroits qu'ailleurs. Il n'y a donc rien de démontré ; si on prouve que la glycérine pénètre plus facilement dans les cellules que le glucose, et que ce corps se transforme en glucose et en amidon, la migration des hydrates de carbone sous la forme de glycérine n'aura plus rien de surprenant. Rappelons en outre que MM. Fischer et Tafel ont réalisé récemment la synthèse du glucose en partant de l'aldéhyde glycérique[3], et que l'aldéhyde glycérique préparé par M. Grimaux[4] non seulement est fermentescible mais encore réduit la liqueur de Fehling. Cette dernière remarque est importante, car les micrographes qui ne peuvent déceler le glucose qu'à l'aide de la liqueur de Fehling ont pu se laisser induire en erreur.

Il est à prévoir que l'étude de la glycérine deviendra de plus en plus importante et il a paru intéressant de déterminer en premier lieu le coefficient isotonique de ce corps. Les recherches précédentes de l'auteur permettent déjà de dire que la glycérine doit avoir le même coefficient isotonique que les autres substances organiques exemptes de métaux et qu'il est par conséquent voisin

1. *Bot. Zeit.*, 1888, p. 229.
2. *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 1887, t. V, 5, p. 187.
3. *Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch.*, 1887.
4. *Comptes rendus*, CV, p. 1175.

de 2. Les travaux de M. Raoult[1] sur les relations entre l'abaissement du point de congélation et le coefficient isotonique, conduisent à la même conclusion.

Néanmoins l'importance du sujet nécessite des mesures exactes et ce travail est d'autant plus intéressant que la perméabilité du protoplasma pour la glycérine rend le succès douteux.

Une solution de glycérine à 3,5 p. 100 plasmolyse les cellules du *Spirogyra*, mais la plasmolyse disparaît au bout de vingt-quatre heures; elle est très forte dans une solution à 6,9 p. 100 et disparaît cependant en deux jours au bout desquels les filaments ont repris toute leur rigidité. Placés ensuite dans du salpêtre (à 5 p. 100), du chlorure de sodium (à 2,9 p. 100), du glucose (à 13,5 p. 100), ou du sucre de canne (à 25,6 p. 100), ces filaments ne se sont pas plasmolysés, alors que 10 p. 100 de sucre de canne suffisent dans les conditions ordinaires. La concentration du suc cellulaire a donc notablement augmenté par suite de l'absorption de glycérine. Avec des solutions de salpêtre, de chlorure de sodium, à des concentrations isotoniques avec 4,1 p. 100 de glycérine, on plasmolyse faiblement les cellules normales de spirogyres, mais cette plasmolyse ne disparaît pas; ces substances sont donc loin de traverser le protoplasma aussi facilement que la glycérine.

Les mêmes expériences réussissent avec les cellules épidermiques à suc coloré de plantes plus élevées en organisation, telles que le *Tradescantia discolor*, le *Vriesea splendens* et le *Coleus*. L'auteur les a variées de différentes manières et conclut de ses observations que la perméabilité du protoplasma pour la glycérine est au moins très répandue dans le règne végétal.

La détermination du coefficient isotonique repose sur le postulatum de l'imperméabilité du protoplasma pour la substance. Cette imperméabilité n'est cependant pas absolue, puisque des sucres, par exemple, qui ne traversent pas le suc protoplasmique en quantité visible doivent pourtant le traverser puisqu'ils servent à l'alimentation des cellules. D'autres matières agissent comme poisons, ce qu'elles ne pourraient pas faire si elles n'étaient pas absorbées. Ce n'est que dans ces dernières années que M. Janse, entre autres, a constaté, par l'étude plasmolytique, l'absorption du chlorure de sodium et du nitrate de potasse par les cellules de quelques algues et que ces cellules pouvaient ensuite vivre dans des solutions hyperisotoniques qui les auraient immédiatement plasmolysées si elles n'avaient pas absorbé les sels dans les essais antérieurs. M. Famintzin ayant constaté d'abord que des algues plongées dans certaines solutions inorganiques périssent régulièrement, montre ensuite qu'elles peuvent vivre dans les mêmes solutions si on a eu soin de les habituer peu à peu à cette forte concentration en commençant par une concentration faible qu'on élève peu à peu. L'expérience d'ailleurs est facile à répéter et se fait pour ainsi dire toute seule. Le salpêtre à 4, 7 p. 100 plasmolyse et tue les cellules de spirogyre : or cultivons un gazon de spirogyres dans une solution de salpêtre à 0,5 p. 100 et laissons cette solution s'évaporer lentement jusqu'à ce que la concentration soit montée à 4,6 p. 100; on verra que les plantules conservent pendant longtemps leur

1. *Comptes rendus*, années 1884-1888. *Ann. de chimie et de physique*, 5e série, XXVIII, 1883, 6e série, t. II, 1884, et t. IV, 1885. — Voyez en outre : Van't Hoff. *Équilibre chimique à l'état dilué*, *Arch. néerland.*, XX, 1886, p. 239.

turgescence et que les cellules finissent par se plasmolyser faiblement sans que les corps protoplasmiques soient endommagés. Il faut que ces cellules aient peu à peu absorbé de grandes quantités de sel pour qu'elles résistent ensuite à l'action d'une solution aussi concentrée.

M. Pfeffer[1] a considérablement étendu nos connaissances à ce sujet en montrant que de nombreuses couleurs d'aniline offertes en solutions extrêmement étendues, sont absorbées et accumulées dans les cellules vivantes sans que celles-ci en souffrent. Aujourd'hui la diphénylamine permet de démontrer également la pénétration du nitrate de potasse dans le suc cellulaire.

Il résulte de tout ces faits et d'autres que nous avons cru devoir passer sous silence que la perméabilité du protoplasma varie selon les plantes, selon la nature des cellules d'une même plante, peut-être même avec l'âge de la même cellule, qu'elle dépend en outre de diverses circonstances antérieures, que tantôt elle ne peut être mise en évidence que par les réactions microchimiques les plus délicates, tandis qu'elle est mesurable dans d'autres cas par la méthode plasmolytique.

Elle paraît être minima pour les tissus adultes et à l'état de repos que l'auteur a choisis depuis longtemps comme indicateurs dans ses recherches de plasmolyse.

Les indicateurs les plus ordinaires sont le *Tradescantia discolor*, le *Curcuma rubricaulis* et le *Begonia manicata;* mais même chez ces plantes l'imperméabilité n'est pas égale; seule la dernière citée possède un protoplasma si imperméable qu'on a pu l'utiliser pour la détermination du coefficient isotonique des acides organiques libres.

L'expérience a montré que la même plante peut servir à la détermination du coefficient isotonique de la glycérine. La plasmolyse produite dans des solutions de glycérine à 2,4-3,68 p. 100 n'a jamais disparu ensuite. Cependant l'imperméabilité n'est pas absolue puisque les cellules meurent au bout de vingt-quatre heures et que la glycérine a dû y pénétrer en quantité suffisante pour agir comme poison.

La détermination a été faite de la manière ordinaire et a donné pour résultat: 1,78.

Comparons ce chiffre à ceux qui ont été trouvés pour les autres matières ternaires et comparons entre eux également les abaissements du point de congélation tirés du tableau de M. Raoult :

| | Coefficient isotonique. | Abaissement du point de congélation. |
|---|---|---|
| Glycérine | 1.78 | 17.1 |
| Sucre de canne | 1.88 | 18.5 |
| Sucre interverti | 1.88 | 19.3 |
| Acide malique | 1.98 | 18.7 |
| Acide citrique | 2.02 | 19.3 |
| Acide tartrique | 2.02 | 19.5 |

Les chiffres de la première colonne sont voisins de 2, ceux de la seconde de 18,5.

1. *Arbeiten des bot. Instit.*, in Tübingen, II, 179.

*Mesure de la perméabilité du protoplasma pour la glycérine.*

Si pendant les essais de plasmolyse avec la glycérine, ce corps passe en partie dans la cellule, la concentration qu'on pourra employer pour produire la plasmolyse sera trop forte, et la différence exprimera la concentration de la glycérine dans le suc cellulaire. Il suffit donc de calculer la concentration isotonique de la glycérine à appliquer à l'aide de celle du salpêtre qui produit la plasmolyse, de plasmolyser ensuite la cellule avec la glycérine à un degré de concentration juste suffisant, on aura deux chiffres, l'un calculé, l'autre déduit de l'expérience et dont la différence donne la concentration de la glycérine dans le suc cellulaire.

L'épiderme violet du *Tradescantia* a fourni les résultats suivants, au bout d'une heure :

| | Molécules. |
|---|---|
| Concentration isotonique du salpêtre | 0.14 |
| — — de la glycérine | 0.27 |
| Concentration isotonique calculée de la glycérine | 0.24 |
| Différence | 0.03 |

Le suc cellulaire a reçu en une heure une quantité de glycérine correspondant à la concentration de 0,03 molécule.

La plasmolyse produite avait d'ailleurs disparu après trois heures, ce qui indique une nouvelle absorption de glycérine.

Les cellules du *Spirogyra nitida* laissent pénétrer le salpêtre, mais non le sucre de canne, car on a pris ce dernier corps comme témoin et on a obtenu, l'expérience ayant duré 30 minutes.

| | Molécules. |
|---|---|
| Concentration isotonique du sucre de canne | 0.30 |
| — — de la glycérine | 0.35 |
| La même calculée | 0.32 |
| Différence | 0.03 |

En une demi-heure la cellule a puisé dans la solution ambiante à 0,30 molécules une quantité de glycérine correspondant à une concentration du suc cellulaire de 0,03 molécule.

Si ont réussissait à créer pour des plantes différentes des conditions comparables, la méthode plasmolytique permettrait d'étudier comparativement la perméabilité du corps protoplasmique.

VESQUE.

**Recherches sur la productivité des essences forestières croissant dans les mêmes conditions**, par M. R. HARTIG[1]. — On lit quelquefois dans les traités de sylviculture que les différentes essences produisent bien des volumes très inégaux de bois, mais que, si on détermine le poids sec des bois et qu'on multiplie le volume par la densité, on trouve des quantités sensiblement égales pour une même surface de terre. Pour vérifier cette opinion, il faut disposer de deux futaies de même âge, de même surface, immédiatement conti-

1. *Bot. Verein in München*, II, séance ord. 1887. *Bot. Centralbl.*, XXXIV, p. 218. Le travail *in extenso* se trouve dans : *Allgemeine Forst u. Jagd-Zeitung*, 1888.

guës et développées dans les mêmes conditions, mais de deux espèces différentes. Ces circonstances se sont trouvées réunies, de sorte que l'auteur a pu comparer la productivité du hêtre à celle du pin.

La production en masse (en volume) annuelle du pin est à celle du hêtre comme 2,8 est à 1. La densité du bois a été déterminée sur 5 arbres de différentes hauteurs pour chacune des deux espèces et à l'aide d'échantillons pris à différentes hauteurs. Les moyennes ont permis d'établir que la quantité de matière organique fournie par le pin est à celle du hêtre comme 1,8 est à 1. Les quantités de cendres sont entre elles comme 1,09 est à 1.

**Les bactéries des graines et des aliments destinés aux animaux**, par M. Hiltner[1]. — M. Emmerling avait proposé[2] de déterminer le degré de fraîcheur des provendes d'après la quantité des spores de champignons qu'on y trouve. MM. Cohn et Eidam[3] y avaient surtout signalé la présence de bactéries auxquelles M. Emmerling n'a prêté qu'une attention secondaire parce que « leur nocivité est encore entourée de tant d'obscurité qu'on fait bien de s'abstenir de tout jugement. »

Se basant sur des travaux antérieurs d'où il résulte que les bactéries sont plus propres à définir l'état de fraîcheur que les moisissures, l'auteur a étudié l'influence de ces organismes sur les provendes et les graines.

A part quelques espèces de bactéries non encore déterminées, il a trouvé dans toutes ces préparations le *Clostridium*. Si on fait digérer la matière dans l'eau, il se développe dans la moitié des cas seulement des bactéries, pas de moisissures. Quand les deux se montrent c'est toujours successivement : on voit d'abord se multiplier les bactéries, et ce n'est que lorsque celles-ci ont épuisé le substratum que les moisissures apparaissent.

Il faut se demander d'où viennent ces bactéries. L'auteur a constaté qu'elles existent déjà à l'intérieur des graines intactes. Les graines qui ont perdu leur faculté germinative, en sont toujours complètement remplies. Lorsque les graines germent mal, on les retrouve même dans les jeunes racines qui dans ce cas ont un aspect vitreux et brunissent à la pointe. Il semble que chaque espèce de graines renferme une ou plusieurs bactéries déterminées qui se retrouvent plus tard dans les produits fabriqués. C'est ainsi que la faculté germinative des pois est toujours détruite par le *Clostridium*, celle du trèfle incarnat par le *Bacillus subtilis*.

Une fois que la graine est germée et que la plantule se développe normalement, les bactéries cessent d'être nuisibles. Les graines levées tardivement et qui contiennent de nombreuses bactéries dans leurs cellules, se développent sans encombre à la condition que l'air et la lumière aient libre accès aux organes aériens; elles ne souffrent même pas lorsqu'on les fait pousser dans une solution nourricière fortement troublée par les bactéries, mais si on limite l'atmosphère au-dessus de la jeune plantule en la recouvrant d'une petite cloche,

1. *Landwirthsch.*, Vers. Stat., XXIV, 1887, p. 391-402. — *Bot. Centralbl.*, XXXIV, 271.

2. *Chemikerzeit.*, 1885, n° 15. — *Landwirthsch. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein*, 1884, n° 23.

3. *Der Landwirth.*, 1883, n° 27.

**la mort en est la conséquence prochaine. En 3 ou 4 jours déjà les cotylédons d'une jeune plante de pois s'étaient transformés en une pâte; les bactéries s'y étaient multipliées énergiquement, les bâtonnets sporifères abondaient; le *Clostridium* avait détruit la lamelle moyenne des parois cellulaires et par conséquent isolé les cellules. Souvent les bacilles sont implantés perpendiculairement sur les parois cellulaires, d'où résulte l'image de cellules unies ensemble par des épingles.**

**Ce phénomène de destruction rapide chez les plantes en germination ne s'accomplit que très lentement dans la graine à l'état de repos parce que les bactéries ne disposent pas de la quantité d'humidité nécessaire.**

**Sur l'origine et l'assimilation de l'acide nitrique dans la plante**, par M. B. Frank[1]. — Les nitrates et les nitrites donnent, avec la diphénylamine-acide sulfurique, une coloration bleue qui, d'après l'auteur, ne peut être obtenue par aucune autre des substances végétales ordinaires et n'est pas empêchée non plus par aucune de ces substances.

La graine mûre, non germée, ne renferme jamais d'acide nitrique. Si la germination a lieu dans une solution sans nitrate, on n'en trouve pas trace dans la graine. Le haricot ordinaire et le haricot d'Espagne, grâce à l'abondance des matériaux accumulés dans les graines, peuvent atteindre un assez fort développement dans des solutions privées d'azote, mais ne sont pas capables de former de l'acide nitrique dans aucun de leurs organes, tandis que les mêmes plantes, cultivées dans un sol ordinaire ou dans des solutions renfermant un nitrate, donnent une forte coloration bleue dans les racines, les tiges et même dans les fortes nervures des feuilles. Si on laisse pendant longtemps la plante dans une solution complète à laquelle on n'ajoute plus de nouvelles doses de nitrate, on ne retrouve l'acide nitrique primitif ni dans la solution ni dans la plante. La plante jouit donc de la faculté d'absorber jusqu'aux dernières traces du nitrate et de transformer ce sel.

Le soleil (*Helianthus*) donne les mêmes résultats.

Il s'agissait de décider ensuite par l'expérience si la plante est capable de former de l'acide nitrique, quand elle reçoit de l'ammoniaque comme source d'azote. On a donc composé une solution nourricière renfermant un sel ammoniacal à la place du nitrate. Le calcium a été donné sous la forme de chlorure, parce que le carbonate, d'ailleurs plus favorable, passe pour faciliter la nitrification de l'ammoniaque. Les essais de culture ont été faits en double, à l'obscurité et à la lumière. Les plantes étaient les mêmes que dans l'expérience précédente. Malheureusement le soleil vit mal dans l'eau distillée à laquelle on a substitué de l'eau de pluie ou l'eau de la ville, qui peuvent contenir quelques traces de nitrates. Et en effet les jeunes racines et les tiges ont présenté de petites quantités de nitrate, rapidement éliminé de la racine mais persistant assez longtemps dans la tige. Quant aux haricots dont les solutions avaient été faites avec de l'eau distillée, on n'y a jamais pu découvrir la moindre trace de nitrate.

Il résulte de cette expérience que les plantes ne renferment des nitrates dans

1. *Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1887, p. 472-487.

leurs tissus que lorsque des nitrates ont été offerts aux racines. Ni à la lumière, ni à l'obscurité la plante ne peut transformer l'ammoniaque en acide nitrique.

La migration des nitrates a été étudiée sur les espèces suivantes, toutes plantes à salpêtre : *Helianthus annus, Phaseolus multiflorus* et *vulgaris, Pisum sativum, Trifolium hybridum, Cucumis sativus, Brassica oleracea, Polygonum Fagopyrum, Zea Maïs* et *Triticum vulgare.*

Les fines racines des plantes cultivées dans une solution contenant des nitrates, donnent toujours une coloration bleue intense avec la diphénylamine-acide sulfurique; sauf dans les points végétatifs. De là les nitrates se rendent dans la tige et dans les rameaux; de même les pétioles des feuilles en contiennent toujours dans toute leur longueur. Le point végétatif avec ses jeunes feuilles en est privé comme celui de la racine. Le siège principal du nitrate dans ces organes est le parenchyme cortical. Parfois on observe la coloration bleue également dans les fortes nervures, mais jamais dans le mésophylle proprement dit. En général le nitrate ne pénètre pas dans les fruits; chez le haricot seul on en a trouvé dans le péricarpe vert.

A l'époque de la maturation des graines, le nitrate disparaît; la tige du pois n'en renferme déjà plus dès que les gousses commencent à se développer. Il en est de même pour le soleil. Le haricot semble au contraire faire exception, puisqu'on peut trouver des nitrates même dans la paille sèche.

L'auteur conclut de ces expériences que ces plantes (plantes à salpêtre) absorbent beaucoup plus d'acide nitrique qu'il ne leur en faut momentanément pour la construction des organes et qu'elles déposent l'excès dans les cellules les plus convenables, c'est-à-dire dans les grandes cellules riches en suc cellulaire, telles qu'on les trouve dans le parenchyme des racines, dans le parenchyme cortical et médullairede la tige, dans celui des pétioles et des nervures.

Quant aux plantes pauvres en salpêtre, parmi lesquelles il faut citer particulièrement les plantes arborescentes, il n'existe en principe aucune différence entre elles et les plantes à salpêtre; il est vrai qu'on ne trouve presque jamais de nitrate dans les parties aériennes, mais les petites radicelles en renferment toujours. Cette absence du salpêtre n'est pas exclusivement propre aux arbres. L'auteur cite en effet le lupin comme une espèce complètement privée de nitrates dans tous ses états de développement, à l'exception des jeunes radicelles. Si on fait pousser le lupin à l'obscurité, il accumule également du salpêtre dans la tige et dans les pétioles. On peut enfin constater la présence de ce sel dans les tiges lorsque la même plante est cultivée dans une solution nourricière, phénomène que l'auteur attribue à une perturbation de la nutrition. Le lupin, on le sait, vient très mal dans les solutions nourricières.

La seule différence entre cette catégorie de plantes et la précédente, consiste en ce qu'elles assimilent de suite le nitrate absorbé, tandis que les autres en accumulent un excès. On ne connaît pas, jusqu'à présent, une seule espèce qui ne contienne pas de nitrate dans ses racines, à l'exception des arbres pourvus de mycorhizes et que les champignons parasites pourvoient sans doute de matières organiques déjà assimilées.

L'observation ayant démontré que chez les arbres et chez le lupin, les nitrates ne montent pas jusqu'aux feuilles, il est clair que l'acide nitrique ne peut pas être assimilé dans les feuilles. L'auteur pense que cette assimilation peut avoir

lieu dans tous les organes traversés par des faisceaux libéro-ligneux, même déjà dans les racines.

**Sur les relations entre la floraison et le développement des tubercules chez la pomme de terre**, par M. E. Wollny[1]. — Dans nos climats tempérés la floraison des diverses variétés cultivées de la pomme de terre est très réduite. La plupart de nos variétés ne fleurissent pas, quelques-unes par ci par là suivant les années; un petit nombre seulement fleurissent régulièrement et nouent leurs fruits. Il n'en est pas de même au Chili, patrie de la pomme de terre. La floraison y est abondante, mais les tubercules restent petits, tandis que la formation des tubercules est favorisée aux dépens de la fructification dans la zone tempérée.

Cette remarque semble indiquer une sorte de balancement entre les deux modes de reproduction, par tubercules et par graines: l'énergie de l'un semble entraîner la décadence de l'autre. Et en effet, Knight et Langenthal ont trouvé qu'on peut augmenter la floraison en détachant les jeunes tubercules à mesure qu'ils paraissent. Inversement, paraît-il, la suppression des fleurs a favorisé le développement des tubercules chez plusieurs variétés. Un auteur anglais anonyme a obtenu de cette manière un excès de récolte de 26 quintaux, 70 livres par are.

Sans avoir obtenu des résultats aussi brillants, M. Wollny reconnaît cependant, à la suite de ses expériences, que le développement des fleurs est préjudiciable à celui des tubercules.

Les expériences ont été exécutées en 1886 sur plusieurs sortes qui ont fleuri. On a délimité quatre parcelles pour chaque variété, une servait de témoin, les plantes ayant été abandonnées à elles-mêmes; quant aux trois autres, on a coupé les inflorescences à trois époques différentes. Le plus souvent l'amputation des inflorescences à été favorable à la récolte évaluée en poids; cette influence s'est exercée aussi bien sur le nombre que sur la grosseur des tubercules. Cependant les variétés précoces et les plantes qui n'ont été écimées que tardivement ont fourni un résultat contraire, c'est-à-dire une récolte plus faible, probablement parce qu'il restait trop peu de temps entre l'opération et la maturité des tubercules, et que la saison a été particulièrement sèche du 14 juillet au 25 août.

Ces expériences nous permettent peut-être de comprendre pourquoi la pomme de terre ne se comporte pas de la même manière au Chili et sous nos climats. Il est probable que la sécheresse et l'éclairage provoquent la floraison, tandis que l'humidité et le ciel plus ou moins couvert portent la plante à la formation des tubercules. C'est en effet dans les années sèches qu'un grand nombre de variétés fleurissent, alors que les mêmes variétés ne fleurissent jamais quand le temps est humide et obscur.

On nous permettra de faire suivre ce résumé de quelques remarques plus générales. L'influence de l'éclairage sur la production des fleurs est un fait

1. *Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung der inneren Wachsthumsursachen*, *Forsch. auf d. Geb. der Agrikulturphysik*, t. X, 3e fasc., p. 214-218. — *Biederm. Centralbl.*, t. XVI, p. 747.

connu depuis longtemps et tout récemment M. Sachs a montré que ce sont les rayons chimiques qui provoquent la floraison, fait ausssi inexplicable qu'inattendu. Des pieds de capucine, plante florifère au premier chef, n'ont pas fleuri derrière un écran d'une solution de sulfate de quinine. Mais il nous semble qu'il faut couper le problème en deux et distinguer une influence immédiate du milieu et une influence indirecte dont l'effet s'est accumulé par hérédité pour devenir un caractère de race. Ces deux choses se combinent nécessairement et agissent dans le même sens dans nos contrées. De là les différences observées de variété à variété. Nous ne croyons même pas que tout puisse être ramené à une pure influence du milieu physique.

Il y a en effet beaucoup d'exemples de plantes reproduites artificiellement ou naturellement par boutures, éclats du pied, tubercules, etc., et qui, tout en fleurissant, ne produisent pas de fruits, ou, produisant des fruits, n'en sont pas moins stériles parce que les graines ne se forment pas (*Lysimachia nummularia*, plante radicante; l'estragon, qui fleurit mais ne fructifie pas; l'ail rocambole qui produit des bulbes à la place de fleurs; une variété de *Ficaria ranunculoïdes*, qui produit des tubercules dans l'aisselle des feuilles : ces plantes étant d'ailleurs presque toujours stériles; la canne à sucre, le bananier, etc.).

Il semble d'après ce que nous venons de dire que le problème relatif à la pomme de terre pourrait ne pas être aussi simple que semble le croire M. Wollny. En résumé, sans nier le moins du monde l'influence directe du milieu du climat, nous croyons que les pratiques agricoles ont imprimé à la plante des habitudes héréditaires favorables à la production exagérée de l'organe, le tubercule, que la sélection artificielle a toujours cherché à développer aux dépens des autres organes de reproduction.

VESQUE.

*Le Gérant* : G. MASSON.

MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# LE COMMERCE DU BLÉ DANS L'INDE

PAR

**W. E. BEAR**

TRADUIT LIBREMENT DE L'ANGLAIS

Par G. PATUREL

Chimiste de la Station agronomique de Grignon.

L'influence si manifeste qu'ont exercée les importations indiennes sur le prix du blé en Angleterre a donné lieu à diverses interprétations. D'un côté, on prétend que la quantité de blé qui nous arrive de l'Inde étant très faible par rapport à la totalité qui est fournie par les autres pays, le grand abaissement dans les prix qui s'est produit depuis dix années environ ne saurait être attribué aux arrivages de l'Inde. L'opinion contraire réunit également beaucoup de partisans. D'après eux, malgré la faiblesse de ces importations, la quantité de blé qui se trouve sur le marché anglais devient, par le fait de leur arrivée, supérieure aux besoins de la consommation, et ce serait là le motif de la baisse que l'on a constatée. Malgré ces contradictions, il est facile de voir que la quantité de blé fournie par l'Inde, non pas seulement au Royaume-Uni, mais à l'Europe entière, doit être envisagée au point de vue des variations dans les prix qu'elle fait naître sur nos marchés. S'il nous arrive, en effet, à partir d'un certain moment, du blé d'une source nouvelle, il en résulte qu'une quantité égale se trouve disponible dans un ou plusieurs des pays qui exportaient jusque-là dans le nôtre. Par exemple, si l'Inde exporte en Italie 12,000,000 de kilogrammes de blé que la Russie lui avait fournis jusque-là, la Russie peut nous envoyer 12,000,000 de kilogrammes de plus qu'elle n'aurait pu le faire avant cette époque. C'est là une considération de premier ordre; car bien que les importations de l'Inde dans notre pays aient sensiblement diminué en 1886, et plus encore en 1887, la totalité de l'exportation indienne pendant l'année commerciale 1886-1887 a été de beaucoup supérieure à ce qu'elle n'avait jamais été avant cette époque.

Le tableau I a été dressé d'après les derniers documents de la *Statistique du commerce de l'Inde anglaise* :

TABLEAU I.

EXPORTATION DU BLÉ DE L'INDE PENDANT LES DOUZE DERNIÈRES ANNÉES.

| ANNÉES. | QUINTAUX MÉTRIQUES. | VALEUR. |
|---|---|---|
| | | Francs. |
| 1875-1876 | 1.249.092 | 21.444.418 |
| 1876-1877 | 2.791.668 | 46.560.725 |
| 1877-1878 | 3.170.075 | 67.996.362 |
| 1878-1879 | 522.354 | 12.227.940 |
| 1879-1880 | 1.097.775 | 26.680.157 |
| 1880-1881 | 3.722.187 | 77.687.225 |
| 1881-1882 | 9.931.760 | 203.916.719 |
| 1882-1883 | 7.072.203 | 143.833.735 |
| 1883-1884 | 10.478.247 | 211.285.951 |
| 1884-1885 | 7.915.377 | 150.157.532 |
| 1885-1886 | 10.530.259 | 190.455.930 |
| 1886-1887 [1] | 11.431.674 | 205.295.848 |

Quoique l'exportation du blé indien se fût étendue, pendant la dernière année, à dix-sept pays et colonies en dehors de l'Europe, les arrivages sur le continent atteignirent cependant 10,560,617 quintaux, tandis que 871,057 quintaux seulement (dont 675,044 pour l'Egypte) furent amenés aux ports non européens.

Les exportations indiennes aux différents pays pendant l'année 1886-1887 sont données dans le tableau suivant :

| | Quintaux métriques. |
|---|---|
| Angleterre | 4.952.953 |
| Italie | 2.670.304 |
| France | 1.436.340 |
| Belgique | 1.231.478 |
| Hollande | 106.018 |
| Espagne | 66.675 |
| Malte | 43.074 |
| Gibraltar | 27.838 |
| Portugal | 23.976 |
| Autriche | 1.238 |
| Grèce | 1.023 |
| Europe entière | 10.560.917 |
| Autres pays | 871.057 |
| Total | 11.431.974 |

1. L'année commerciale 1887-1888 vient de se terminer, et bien que les chiffres exacts ne soient pas encore connus, on sait déjà que, par suite de la mauvaise récolte de l'année, l'exportation a été plus faible qu'elle ne l'avait été pendant les deux années précédentes.

En dehors du blé, l'Inde exporte une petite quantité de farine, mais il n'en vient pas en Europe. Pendant l'année 1886-1887, l'exportation a atteint le chiffre de 162,100 quintaux. Comme pour le blé, l'accroissement a été considérable pendant les cinq dernières années. Le *Meunier*, journal qui a publié d'excellents articles sur le commerce du blé indien, considère que, non seulement l'extension de l'industrie meunière dans l'Inde ne doit pas inquiéter les meuniers anglais, mais qu'elle leur est même actuellement avantageuse.

Il est évident d'autre part que, si l'on veut se faire une idée exacte des causes de la baisse sur nos marchés, il faut envisager non seulement les importations de l'Inde au Royaume-Uni, mais celles de l'Europe tout entière. Quelles sont donc les quantités de blé que nous avons reçues de l'Inde et des autres pays, pendant les périodes correspondantes à l'année commerciale indienne[1]? Le tableau II nous renseignera à cet égard.

TABLEAU II. — BLÉ ET FARINE IMPORTÉS EN ANGLETERRE.

| | 1881. | 1885. | 1886. | 1887. |
|---|---|---|---|---|
| | Quint. mét. | Quint. mét. | Quint. mét. | Quint. mét. |
| Inde ........... | 3.759.703 | 6.237.480 | 5.649.289 | 4.359.274 |
| États-Unis...... | 23.414.659 | 19.948.320 | 19.944.213 | 25.787.409 |
| Russie..... .... | 2.102.666 | 6.189.901 | 1.937.680 | 2.846.732 |
| Autres pays..... | 7.273 388 | 9.269.747 | 6.177.514 | 7.148.639 |
| | 36.550.416 | 41.645.448 | 33.708.696 | 40.142.054 |

On voit d'après ces chiffres que l'exportation indienne en Angleterre qui, jusqu'à 1881, n'avait pas atteint 5 p. 100 de l'importation totale, s'éleva cette année-là à environ 10 p. 100; puis la progression se continuant avec rapidité, elle atteignit 15 p. 100 en 1885 et 16.7 p. 100 en 1886. De pareilles quantités sont suffisantes

1. L'année commerciale se terminant dans l'Inde au 31 mars, et la récolte de blé en Europe étant, à cette époque, encore loin d'être terminée, la comparaison de l'exportation de 1881 par exemple, pour l'Europe, doit être faite pour l'Inde avec celle de 1881-1882.

pour produire sur les prix un abaissement rapide, surtout si l'on considère qu'elles nous sont fournies par une source nouvelle. Il est vrai que la proportion descendit à 10.9 p. 100 en 1887, grâce à l'accroissement des exportations russes et américaines; mais à ce moment, les prix étaient déjà extrêmement bas sur le marché anglais, et de plus, comme nous l'avons vu plus haut, la récolte dans l'Inde, excellente en 1886, avait été très médiocre en 1887.

Il est à remarquer, en outre, que des apports considérables de blé faits, depuis quelques années, par l'Inde à l'Italie, ont eu pour résultat un accroissement marqué des importations russes à notre pays. Pendant les trois années qui s'étendent de 1881 à 1885, la moyenne annuelle des apports de l'Inde à l'Angleterre a été de 4,729,230 quintaux, tandis que, de 1881 à 1888, malgré la faiblesse des chiffres de 1887, la moyenne a atteint 5,072,300 quintaux.

Considérons maintenant la totalité des importations indiennes en Europe. Pendant les six années qui se terminent en 1886-1887, la moyenne a été d'environ 8,500,000 quintaux par année; cette quantité est assez faible par rapport à la totalité des apports faits annuellement à l'Europe par tous les pays, mais elle devient considérable si l'on réfléchit qu'elle vient s'ajouter à des quantités déjà largement suffisantes. Il est important de noter que l'époque à laquelle les importations indiennes en Europe devinrent considérables, fut également celle où la production du blé aux États-Unis atteignit son maximum. Pendant les trois années qui suivirent 1881, la quantité produite dans ce dernier pays fut plus forte qu'elle ne l'avait été pendant les trois années précédentes, et qu'elle ne le fut aussi pendant les trois suivantes. Il n'est donc pas surprenant que ce soit l'époque à laquelle l'influence des importations du blé d'un pays nouveau en Europe a été la plus accentuée.

Comme le Royaume-Uni reçoit des autres pays une quantité de blé et de farine beaucoup plus forte que le continent européen tout entier, la proportion des importations indiennes en Europe est plus élevée qu'elle ne l'est pour notre pays, et exerce par suite une plus grande influence sur les prix. Au reste, contrairement à ce qui s'est passé pour l'Angleterre, l'importation de l'Inde en Europe a été en s'accroissant pendant ces deux dernières années. Ainsi en 1882-1883, l'Italie reçut seulement 90,190 quintaux de blé indien, tandis que cette quantité s'éleva à 2,670,304 quintaux en 1886-1887. La raison en est bien connue aujourd'hui; le blé de

l'Inde a été trouvé très avantageux pour les manufactures de macaroni et autres « pâtes alimentaires ». C'est pour cette même raison que la France consomme également plus de blé de l'Inde, sans atteindre cependant la proportion énorme de l'Italie.

On pourrait être surpris, an premier abord, de constater cet accroissement considérable de l'importation indienne en présenee de la baisse qu'a subie le prix du blé sur nos marchés. Sur ce point encore, les opinions sont très diverses. Les uns soutiennent que cette dépréciation a pour motif principal l'amoindrissement des frais de production et de transport; je ne crois pas cependant que les économies ainsi réalisées soient en rapport avec la diminution de prix qui est survenue. On pourra s'en rendre compte en considérant les importations d'Amérique, pays où les frais ci-dessus désignés sont les moins considérables.

La valeur moyenne du blé en Amérique avait été, pendant les cinq années qui précédèrent 1881, de 14 francs l'hectolitre. En 1881, le prix s'éleva à 16 fr. 45 et diminua ensuite rapidement pour n'être plus que de 9 fr. 40 en 1886. On pourrait croire que la diminution des frais de production et de transport aurait eu pour résultat de faire produire au pays une quantité de blé plus forte; il n'en est rien cependant, car, pendant les dernières années, la production du blé aux États-Unis s'est considérablement amoindrie, bien que la population se fût accrue de 11,000,000 d'habitants. Au reste, pendant les quatre dernières années, la surface cultivée et les exportations ont également diminué.

On pourra s'en rendre compte en examinant le tableau III.

Il est donc manifeste que la baisse subie par les prix depuis 1883 n'est pas occasionnée par un accroissement de production et d'exportation.

Les conclusions pour les États-Unis s'appliquent également à l'Europe entière; il serait facile de montrer que les arrivages du blé en Europe (sauf celui qui provient de l'Inde) ne sont pas, pendant les quatre dernières années, en excès sur l'importation des quatre années précédentes. Pour l'Angleterre, par exemple, il est facile de le montrer. La quantité totale de blé et de farine exportés dans notre pays a été, en exceptant les arrivages de l'Inde, de 108,749,469 quintaux pendant les quatres premières années, et seulement de 101,300,204 quintaux pendant les quatre dernières soit une différence de 7,449,265 quintaux. Ces chiffres représentent

TABLEAU III.

SURFACE CULTIVÉE, PRODUCTION ET EXPORTATION DE BLÉ AUX ÉTATS-UNIS.

| | | SURFACE cultivée. | PRODUCTION. | EXPORTATION. |
|---|---|---|---|---|
| | | Hectares. | Hectolitres. | Hectolitres. |
| 1880. 1881. 1882. 1883. | Total pour les quatre années. | .......... | 654.888.876 | 231.962.012 |
| | Moyenne d'une année...... | 15.071.272 | 163.722.219 | 57.970.502 |
| 1884. 1885. 1886. 1887. | Total pour les quatre années. | .......... | 645.085.485 | 179.033.945 |
| | Moyenne d'une année...... | 14.934.992 | 161.871.381 | 44.758.486 |

l'importation des pays en dehors de l'Europe; si nous envisagions les quantités qui nous viennent du continent, les diminutions seraient encore plus marquées. Il est vrai que pendant les années 1886 et 1887, les récoltes du blé dans notre pays ont été exceptionnellement élevées.

Comment peut-on concevoir que l'Inde ait pu augmenter ses exportations, en présence de cette énorme dépréciation qui a fait diminuer dans une si grande mesure la production du blé aux États-Unis? La raison en est très simple. C'est que le prix du blé dans l'Inde n'a pas été du tout abaissé. Il n'y a plus aujourd'hui de doute sur ce point, et cependant on lui a donné des interprétations très diverses. Avec les renseignements que j'ai pu obtenir, j'ai suivi, d'une façon continue, les fluctuations qu'a subies le prix d'une certaine variété de blé pendant une période déterminée. Les chiffres, établis pour une durée de douze ans (1876 à février 1888), montrent d'une façon très nette que les prix étaient, à la fin de la période, un peu supérieurs à ce qu'ils étaient au commencement, malgré quelques irrégularités pendant les années de disette. En tenant compte de la diminution qu'ont subie les frais de transport à l'intérieur de ce pays, on sera conduit à cette conclusion que les cultivateurs indiens ont pu écouler leurs produits d'une

façon plus lucrative pendant ces dernières années qu'ils ne l'avaient fait jusqu'alors.

Quelques renseignements importants sur un point que nous allons examiner maintenant, m'ont été fournis à Calcutta par MM. Ralli frères, les plus gros acheteurs du blé indien que j'aie rencontrés, et je suis aujourd'hui autorisé à les publier. Un rapport avait été adressé par eux à leur maison principale de Londres, et était intitulé : « Prix comparés des graines alimentaires dans l'Inde. » Ce n'était, au reste, qu'un résumé des rapports volumineux de leurs agences indiennes. Les auteurs disent que, depuis longtemps, la Chambre de commerce de Calcutta a essayé d'élucider la question, et que, tout récemment, le président de cette Chambre, M. Steel, leur avait fait demander s'ils pourraient lui procurer un renseignement dont il avait besoin pour une discussion qu'il soutenait avec M. O'Conor, secrétaire assistant du département des finances et du commerce. M. Steel prétendait que, pendant les dernières années, les cultivateurs avaient tiré plus de profit de leurs exploitations que précédemment, et M. O'Conor affirmait le contraire. MM. Ralli ajoutaient : « Les informations que nous avons obtenues peuvent être considérées comme exactes, tandis que les renseignements recueillis par le gouvernement ne sont pas toujours très dignes de foi, surtout depuis que les naturels se mettent à déguiser la vérité, pensant que leurs paroles pourraient faire naître des mesures préjudiciables à leurs intérêts. »

La première question était la suivante : « Le prix des graines alimentaires a-t-il été pendant les dernières années supérieur ou inférieur à ce qu'il avait été pendant les années précédentes? » La réponse n'est catégorique que pour l'année 1887. Le prix a été pour cette année incontestablement supérieur à ce qu'il avait été jusque-là.

Le second point était de savoir si les frais de transport étaient actuellement plus ou moins élevés qu'ils ne l'étaient précédemment. Les informations prises à ce sujet ont montré que sur quatorze districts examinés de 1873 à 1887, ces frais sont aujourd'hui : pour quatre d'entre eux supérieurs, pour deux inférieurs, et pour les huit autres, à peu près les mêmes. Enfin, à cette troisième question : « Le cultivateur retire-t-il actuellement de son exploitation plus de bénéfice qu'il ne le faisait jusque-là? » La réponse a été affirmative pour onze districts, et négative pour les trois autres.

La remarque suivante est digne d'intérêt : « Nous avons soigneusement recherché si, pendant ces dernières années, les surfaces cultivées dans l'Inde avaient ou non augmenté? Nous pouvons affirmer aujourd'hui que la culture en général, et principalement celle du blé, s'est étendue dans une grande mesure, et ce fait est une confirmation de ce que nous avons dit plus haut, que la production du blé est aujourd'hui plus rémunératrice qu'elle ne l'était précédemment. Ajoutons que les districts sur lesquels ont porté nos observations, sont ceux de l'Inde où la culture du blé présente le plus d'importance. »

La question des bénéfices faits aujourd'hui par les cultivateurs, a été, comme nous l'avons vu, tranchée d'une façon affirmative pour onze districts, et négative pour trois autres. Sur ces trois derniers districts, il y en a deux dans lesquels on a reconnu que les frais de transport étaient actuellement plus élevés que précédemment. Si l'on considère que le prix du blé à Calcutta s'est plutôt élevé qu'abaissé depuis dix ans, et que, d'autre part, les frais de transport depuis Cawnpore ont diminué de plus de 4 francs par quintal, on ne s'explique pas comment la vente sur ce marché peut être actuellement moins rémunératrice qu'elle ne l'a été en général depuis 1871. Peut-être la diminution des frais de transport a-t-elle profité aux marchands plutôt qu'aux cultivateurs dans les districts examinés; ce serait là une explication plausible à cette contradiction.

Nous n'en sommes plus heureusement aujourd'hui à de simples hypothèses sur la marche des prix, car ils sont publiés tous les ans par le gouvernement indien. D'après les tables dressées pour les provinces les plus importantes, j'ai pu établir les prix moyens pour chaque district en 1881, année où le commerce d'exportation commença à prendre de l'extension, et en 1886, dernière année où les prix ont été favorables pour les cultivateurs. Ces résultats sont consignés dans le tableau IV.

Il est à remarquer que les prix furent plus élevés en 1886 dans les trois provinces les plus importantes pour la production du blé — Punjab (A), provinces du Nord-Ouest, et provinces centrales — et en général pour toutes les provinces prises ensemble. Et cependant le prix du blé a baissé en Angleterre de 25 fr. 50 en 1881 à 17 fr. 45 en 1886.

M. W. J. Harris, dont l'autorité sur ces questions est indiscutable, m'écrivit, au sujet des déclarations de MM. Ralli, une lettre dans

TABLEAU IV.

| PROVINCE | NUMÉRO des districts. | 1881. — PRIX du quintal. | 1886. — PRIX du quintal. |
|---|---|---|---|
| | | Fr. | Fr. |
| Punjab (A)................... | 13 | 15.20 | 15.30 |
| Provinces du Nord-Ouest........ | 12 | 15.10 | 15.70 |
| Oudh.. ...................... | 3 | 13.20 | 13.20 |
| Punjab (B).................... | 6 | 16.50 | 13.60 |
| Provinces centrales............ | 3 | 9.80 | 12.70 |
| Madras.... .................... | 7 | 21.00 | 20.30 |
| Bombay.......... .... ....... | 8 | 19.90 | 19.00 |
| Moyenne pour ces provinces. | ... .. ... | 15.80 | 15.90 |

laquelle il disait : « Que par frais de transport, ces messieurs entendaient probablement les débours nécessaires pour amener le blé du lieu de production au marché d'une grande ville, par exemple Calcutta, et non les frais de transport du blé jusqu'en Angleterre. » — Quant aux prix de vente, son opinion était que « le rapport de MM. Ralli désignait évidemment le prix du blé pris à la ferme, et non sur le marché d'un grand centre quelconque ».

Sur cette question des prix, une haute personnalité de l'Inde émet l'opinion que, par suite de la croissance des exportations, les produits qui alimentent la population dans plusieurs parties de l'Inde méridionale, ont augmenté de prix dans une proportion de 20 à 25 p. 100 depuis l'année dernière, et il donne les chiffres suivants pour les mois de janvier 1887 et 1888 :

| | PRIX DU QUINTAL. | |
|---|---|---|
| | 1887 | 1888 |
| | Fr. | Fr. |
| Blé................................ | 16.40 | 21.80 |
| Pois................................ | 10.10 | 15.70 |
| Orge................................ | 10.10 | 16.40 |
| Millet.............................. | 13.10 | 17.50 |
| Riz (dernière qualité)...... .......... | 12.50 | 15.40 |
| Riz (qualité supérieure)............. | 17.50 | 26.20 |

Ainsi, pour l'orge et le riz, les prix se sont élevés en un an de 33 p. 100. C'est là un fait d'une grande importance, et qui montre bien que, par suite de l'exportation colossale qui se fait aujourd'hui, la population indienne peut se trouver tout à coup aux prises avec la famine, s'il survient une mauvaise récolte.

M. Klopp, au mois de février dernier, affirmait que les districts qui approvisionnent Calcutta, et en première ligne les provinces du Nord-Ouest, n'avaient à aucune époque jeté sur le marché des quantités de blé aussi considérables que l'année dernière. La raison, dit-il, en est très simple. Jusque-là les cultivateurs, bien que le blé ne soit pas la base principale de leur alimentation, avaient gardé dans leurs greniers une certaine provision, dans l'éventualité que le riz et leurs autres graines vinssent à faire défaut. En 1887, attirés par les prix élevés, ils se décidèrent à livrer au commerce cette réserve sans s'inquiéter des suites possibles de ce manque de prévoyance. Nous voyons donc se poser nettement cette question nouvelle : « Les importations actuelles sont-elles véritablement avantageuses pour les cultivateurs ? »

La totalité de la récolte indienne est estimée, pour une année ordinaire, à 73,919,340 quintaux. Elle fut de 83,880,480 quintaux en 1885, de 70,596,000 en 1886, et seulement de 65,490,000 en 1887. Les quantités énormes exportées pendant les deux dernières années ont donc été prélevées sur des récoltes relativement faibles. D'après les données que nous possédons sur les surfaces cultivées, on estime que le rendement moyen est un peu inférieur à 9$^{hl}$07 par hectare; sur cette quantité, 15.3 p. 100 furent exportés en 1886, et 19.5 p. 100 en 1887.

Tous les essais qu'on a pu faire jusqu'ici pour estimer les frais de production du blé dans l'Inde sont aujourd'hui considérés comme sans valeur, et ce fait n'a rien d'étonnant, si l'on examine la variété des conditions dans lesquelles se trouve ce vaste pays. En 1884, un rapport du gouvernement donnait le chiffre de 35 fr. 50 comme frais de culture d'un hectare pour une terre de l'Inde septentrionale irriguée, recevant des engrais et traversée par le chemin de fer. D'après ce rapport, un marché passé à raison de 10 francs le quintal pour une récolte prise à la ferme laisserait au producteur un bénéfice d'environ 8 à 8 fr. 50 par quintal. Il semble donc qu'un cultivateur du nord, dont la terre est irriguée et reçoit des engrais, puisse obtenir un résultat très satisfaisant, en vendant

sa récolte à raison de 10 francs le quintal pris sur place. Le bénéfice est-il plus ou moins élevé dans le cas d'un sol irrigué et ne recevant pas d'engrais? Il est très difficile de le dire. Les dépenses sont certainement moins considérables, mais on peut affirmer que, dans ces circonstances, la récolte n'atteint pas la moitié de ce qu'elle était dans le cas précédent; il résulte de recherches précises que le rendement est inférieur à 5 hectolitres par hectare pour les terrains désignés sous le nom de « toujours secs ».

Dans un rapport intitulé *État du commerce de l'Inde anglaise de* 1878-79 à 1882-83, M. J.-E. O' Conor s'exprime ainsi :

Pour les provinces du Nord-Ouest, on peut avec certitude estimer les frais de culture à environ 90 à 95 francs par hectare pour une terre non irriguée et qui ne reçoit pas d'engrais. Sur une exploitation qui possède une irrigation artificielle, et où les engrais sont employés, ces frais s'accroissent d'au moins 30 à 40 francs par hectare. On peut considérer ces chiffres comme s'appliquant également au Punjab, à l'Oudh, c'est-à-dire aux contrées où la production du blé est la plus considérable. Quant aux provinces centrales, où l'irrigation est inconnue, on peut dire que les frais de culture sont inférieurs à 90 francs par hectare.

Les personnes qui représentent le haut commerce de l'Inde sont unanimes à déclarer que les cultivateurs continueraient certainement à produire du blé, même en le vendant à des prix un peu inférieurs à ceux d'aujourd'hui. Ils émettent de plus cette opinion que la culture ne pourrait diminuer que s'il survenait une trop grande dépréciation dans la valeur de la roupie. Il est curieux cependant de constater cette diminution de surface cultivée qui s'est produite dans des contrées aussi favorisées par l'irrigation et les chemins de fer que le Punjab et les provinces du Nord-Ouest.

Il convient maintenant de discuter un point qui, au premier abord, semble incompréhensible. Nous avons vu que le prix moyen du blé dans l'Inde était d'environ 15 francs le quintal en 1881, et 15 fr. 30 en 1886. Ces chiffres, représentant le prix du blé à l'intérieur du pays, sont nécessairement plus faibles que ceux que les exportateurs ont eu à payer pour le blé pris dans les ports; ainsi, d'après un rapport officiel, le cours du blé pris à Calcutta dans l'année 1881 était d'environ 20 fr. 05 le quintal. Et cependant, nous voyons que, pour ces deux mêmes années, le prix moyen en Angleterre est de 25 fr. 50 en 1880 et 17 fr. 45 en 1886. Comment

donc expliquer que les exportateurs aient pu payer en 1881 le blé à un taux à peu près égal à celui de 1886, alors que pendant cette période les cours en Angleterre baissaient dans une aussi forte proportion?

Une première explication se présente: il est incontestable que les frais de transport par mer ont diminué sensiblement depuis quelques années. D'après les données que j'ai pu recueillir, on peut admettre que les frais de transport du blé en Angleterre ont baissé depuis 1880 de 2 fr. 70 pour un quintal pris à Bombay ou à Kurachee, et de 3 fr. 80 pour celui provenant de Calcutta. Cette diminution, bien que très sensible, est cependant encore insuffisante pour expliquer les différences que nous avons constatées plus haut. Il est bien plus probable que les grands bénéfices réalisés par les exportations sont le résultat de l'énorme dépréciation subie par la valeur monétaire de la roupie.

Si l'on veut montrer à peu près complètement l'influence qu'a exercée cette diminution dans la valeur de la roupie, il convient de remonter à une époque antérieure à 1881. D'après les tableaux dressés par le gouvernement, le change moyen de la roupie était à 2 fr. 30 ou 2 fr. 40 en 1872, tandis que, dans ces derniers temps, il a été environ à 1 fr. 70. On peut donc admettre avec certitude que la dépréciation a été depuis seize ans de 60 centimes, c'est-à-dire 25 p. 100 de la valeur totale. Actuellement, le prix moyen du blé n° 2 Club à Calcutta est à peu près de 7 roupies un quart le quintal. En calculant d'après les données précédentes, on voit que, en 1872, avec le change à 2 fr. 30, le prix du quintal aurait été de 17 fr. 40 environ, tandis qu'actuellement, en 1888, avec le change à 1 fr. 70, ce prix tombe à 12 fr. 30. Il y a donc une diminution de 5 fr. 10 par quintal, produite par cette différence de change, tandis que les bénéfices réalisés par le marchand indien, et même le producteur, sont sans doute à peine supérieurs à ceux qu'ils pouvaient faire au commencement de la période. On voit de plus que si la valeur de la roupie était encore actuellement de 2 fr. 30, l'exportateur ne pourrait payer le quintal de blé à Calcutta plus de 5 roupies un tiers, c'est-à-dire que la diminution serait d'environ 2 roupies. En prenant comme exemple un blé d'une qualité supérieure à celle du précédent, par exemple le blé n° 1 « Soft White » à Bombay, on arriverait à un bénéfice de 5 fr. 40 par quintal, mais les chiffres précédents sont déjà assez probants.

Examinons maintenant ce qui serait advenu si cette dépréciation énorme dans la valeur de la roupie ne s'était pas produite. Nous avons vu que, en 1888, les exportateurs payent le quintal de blé à Calcutta environ 12 fr. 30; ce chiffre correspondrait, par suite, à 5 roupies un tiers. Il en résulterait que le blé pris à la ferme ne se vendrait plus en réalité que 7 fr. 50 le quintal, si l'on suit les proportions précédemment indiquées; or nous savons que le taux de 11 fr. 50 est le plus bas auquel les cultivateurs puissent vendre leur récolte, pour en tirer bénéfice. Il n'est donc pas douteux que ce prix de 7 fr. 50 le quintal serait une ruine pour le producteur, et que les surfaces sur lesquelles se fait la culture du blé deviendraient rapidement très faibles, puisque nous avons vu, qu'avec les cours actuels, elles ont déjà une tendance à diminuer.

Ceux qui émettent sur cette question des opinions différentes — et ils sont encore nombreux actuellement — semblent ignorer que dans l'Inde, le commerce du blé est le seul sur lequel se soit fait sentir cette diminution dans la valeur de la roupie; les autres transactions ne s'en sont nullement ressenties. Si en effet cette dépréciation avait eu lieu à l'intérieur du pays comme en Angleterre, les bénéfices réalisés par les exportateurs seraient insignifiants. Le cultivateur indien retire aujourd'hui de la vente de ses récoltes le même bénéfice qu'il en retirait en 1872; il gagne autant de roupies, et ses roupies ont toujours pour lui la même valeur. Peut-on en dire autant du fermier anglais qui vendait, il y a seize ans, le quintal de blé à raison de 31 francs, et ne peut aujourd'hui le vendre plus de 17 francs? Est-il capable de payer actuellement les mêmes impôts, le même loyer, peut-il vivre de la même façon qu'il vivait jadis?

Quelques personnes, tout en reconnaissant que l'Inde en général retire de la vente de son blé autant de roupies qu'elle en aurait retirées s'il n'était survenu aucune diminution dans le change, prétendent que les indigènes reçoivent actuellement moins de nos produits manufacturés, en échange d'un certain nombre de roupies, qu'ils n'en auraient reçu pour la même somme si aucun changement ne s'était produit. Cette assertion est certainement exacte, mais on ne peut concevoir comment elle serait capable d'exercer la moindre influence sur la question envisagée. Il s'agit en effet de savoir, non pas si l'Inde bénéficie de cette dépréciation, mais

bien si la valeur actuelle de la roupie peut influer sur l'accroissement des exportations.

Le négociant qui achète le blé indien pour l'expédier en Angleterre ne paye pas avec des produits manufacturés; il échange des guinées contre des roupies, et donne ces roupies au cultivateur qui lui expédie sa récolte. La quantité de marchandises exportées d'Angleterre dans l'Inde n'a donc pas sur cette transaction la plus petite influence. Quant au cultivateur, il dépense certainement moins de 10 roupies par an dans nos manufactures, et comme le prix de ces marchandises a plutôt diminué qu'augmenté, ses dépenses ne sont pas aujourd'hui sensiblement plus élevées qu'elles ne l'étaient jadis.

M. O' Conor, dans l'un de ses derniers écrits, prétendait que, puisque l'exportation indienne n'a pas augmenté uniformément pendant toute cette période de diminution dans le change, on ne peut affirmer que cette dernière cause ait imprimé à l'exportation un mouvement ascendant. Cette opinion se trouve tout entière dans un passage du dernier rapport officiel sur *le Progrès moral et matériel de l'Inde*, dans lequel il rappelle ainsi l'origine et les progrès du commerce du blé :

« Ce commerce, si important aujourd'hui, ne commença à s'étendre véritablement qu'après l'abrogation du droit d'exportation (1 fr. 20 par quintal), en 1873. De cruelles famines retardèrent pendant quelque temps l'essor de ces transactions, mais en 1880-81, les quantités exportées passèrent de 1,143,000 quintaux à 3,810,000. Une élévation encore plus marquée se produisit en 1881-82, alors qu'un heureux concours de circonstances (récoltes excellentes dans l'Inde, et très médiocres en Amérique) appela sur le marché anglais des quantités considérables de blé indien. D'autre part, l'extension donnée aux chemins de fer et aux irrigations, l'économie dans les frais de transport, et enfin des récoltes favorables contribuèrent beaucoup au développement de ce commerce, et produisirent peu à peu sur les marchés européens une baisse très accentuée, qui n'a été que partiellement compensée par cette diminution survenue dans le change. »

On peut se demander maintenant si le cultivateur indien a bénéficié de cette dépréciation de la roupie. Ce n'est pas absolument certain. Il peut évidemment, depuis quelques années, lutter d'une façon avantageuse avec les producteurs des autres pays; mais les

profits qu'il retire de sa culture sont à peu près identiques à ceux qu'il faisait lorsque la roupie avait sa valeur de 2 fr.40, et les changements qui pourraient modifier cette valeur auraient pour résultat immédiat d'élever dans une même proportion le prix du blé en Europe, de telle sorte qu'il recevrait encore pour un quintal de blé le même nombre de roupies qu'il reçoit actuellement. Les moyens de soutenir la lutte, que lui fournissent les circonstances présentes, déterminent donc une ruine pour les producteurs étrangers, sans lui être sensiblement avantageux. Il y a même des autorités dans l'Inde qui prétendent que le cultivateur n'a pas intérêt à produire du blé pour l'exportation. M. A.-K. Connell, dans un rapport sur *les Chemins de fer indiens et le blé indien*, affirme que les paysans cultivent leurs graines principalement pour leur subsistance, et qu'ils ne portent sur le marché que la faible quantité qui leur reste après avoir suppléé à leurs besoins, à ceux de leur personnel et de leur bétail; et encore, ajoute-t-il, la plus grande partie, sinon la totalité de ce surplus s'en va au propriétaire. Il semble même supposer que la culture du blé ne couvre même pas les frais, mais que le cultivateur est forcé cependant de s'y adonner, pour avoir de l'argent tout prêt, et payer ses créanciers. Je ne crois pas cependant que cette assertion puisse être complètement admise.

Examinons maintenant ce qui serait advenu pour le cultivateur indien si la roupie n'avait subi à l'extérieur aucune dépréciation ; aurait-il pu contrebalancer encore les producteurs américains dans le commerce d'exportation? Dans les circonstances actuelles, je suis porté à croire que non; mais il faut bien avouer cependant que l'on pourra réaliser, dans le commerce du blé indien, des économies bien plus marquées que celles, déjà si grandes, que l'on a faites jusque-là. On dit que les frais de transport ne peuvent plus être réduits, puisque les compagnies maritimes n'ont pu payer leurs dividendes depuis quelques années; cela est exact, mais avec restriction. Il est certain que si les vieux navires sont extrêmement onéreux, les nouveaux vaisseaux, plus grands et mieux aménagés, fournissent de gros bénéfices. Ces derniers, en effet, peuvent transporter des quantités proportionnellement bien plus fortes qu'autrefois, et, avec leurs machines perfectionnées, produisent beaucoup plus de travail avec une même quantité de charbon. De plus, l'Inde, si on la compare à l'Amérique, est encore

aujourd'hui mal pourvue de chemins de fer. En 1853, il n'y avait pas plus de 33 kilomètres de voies ferrées ouvertes au commerce; en 1872, la longueur était de 8,900 kilomètres, et à la fin de 1886, de 19,500 kilomètres. L'augmentation a été sensible depuis cette dernière époque, et le gouvernement indien vient de voter une très forte somme pour la construction de nouvelles lignes. Quant aux tarifs, nous avons vu que les réductions ont été déjà sensibles, et, très probablement, les Compagnies, avec le concours du gouvernement, qui doit encore entreprendre quelques-unes des lignes et garantit toutes les autres, apporteront encore de nouvelles diminutions.

M. O'Conor a résumé de la façon suivante les facilités et les retards que doit subir le commerce du blé indien, dans un article publié au commencement de 1885 : « On a dit souvent, écrit-il, que ce commerce sera toujours sujet à des fluctuations plus ou moins grandes. Son extension dépend du concours d'un certain nombre de circonstances: des récoltes abondantes dans l'Inde; des récoltes au-dessous de la moyenne aux États-Unis et en Europe; des frais de transport peu élevés; un change peu onéreux. Lorsque toutes ces conditions seront réunies, l'Inde pourra mettre sur le marché des quantités qui étonneront — comme elles ont déjà étonné — ceux qui n'ont qu'une idée imparfaite de la culture dans ce pays. Mais si l'une ou plusieurs des conditions font défaut, on verra bientôt les bénéfices diminuer à tel point, que l'exportation ne se poursuivra plus que très faiblement, et encore sera-ce uniquement pour faire face à des engagements antérieurs. »

Personne ne peut établir avec certitude ce que coûte la production du blé dans l'Inde ou dans l'Amérique. Les seuls documents qui puissent servir à calculer le prix minimum sont ceux qui ont rapport à la surface cultivée et aux exportations lorsque les prix sont bas en Europe, et nous avons déjà montré que, d'après les renseignements, on admet que l'Amérique ne peut produire profitablement avec un prix moyen de 11 fr. 80 à 13 fr. 80 le quintal. D'autre part, la surface cultivée et l'exportation se sont accrues dans l'Inde, alors que les cultivateurs ne reçoivent pour un quintal de blé que 7 roupies 1/4, c'est-à-dire 12 fr. 30, d'après le taux actuel du change. Les dépenses occasionnées par le transport du blé à la côte et à travers l'océan sont ici beaucoup plus élevées qu'en Amérique, mais la différence entre les deux pays, provenant de ce chef, ne couvre pas certainement l'écart énorme que nous venons

de signaler. Au reste, personne ne sait au juste si le cultivateur a reçu depuis trois ans moins de sept roupies par quintal, et il est bien à souhaiter que jamais on ne sache par expérience quel est le prix le plus bas qu'il puisse accepter pour continuer sa culture en vue de l'exportation. Nous lisons, dans la dernière *Statistique du commerce de l'Inde anglaise*, le passage suivant qui traite de l'accroissement de l'exportation dans ce pays.

« Cette accélération n'est pas une preuve que l'Inde soit en train de supplanter l'Amérique sur le marché anglais. L'importation totale en Angleterre a été d'environ 20 pour 100 plus faible en 1886-1887 qu'en 1885-1886, et le ralentissement serait encore plus accentué s'il n'y avait eu, de la part de l'Italie, des demandes plus considérables. Le développement du commerce ne s'est pas fait aux dépens des États-Unis, mais bien de la Russie, qui jusque-là avait suppléé presque totalement aux besoins de l'Italie. »

Puisque nous abordons cette partie de notre sujet, il convient de citer le passage suivant d'un rapport qui a été fait sur l'état de l'agriculture en Russie : « D'après les notes consulaires publiées récemment, il semble que la Russie se trouve actuellement dans des conditions très défavorables, par suite des prix si peu élevés de presque tous les produits agricoles, et surtout à cause de la lutte engagée contre elle par l'Inde et l'Amérique. La culture du blé n'est plus rémunératrice, malgré l'abondance des récoltes de 1886 et 1887. Le prix de production est d'environ 65 francs par hectare avec un rendement moyen de 8 hectolitres. Le prix du blé était d'environ 9 francs l'hectolitre en 1887. La culture du blé n'étant pas productive et ne paraissant pas devoir l'être d'ici longtemps, le gouvernement russe a mis tous ses soins à favoriser l'élevage du bétail, dans le but de faire l'exportation de la viande et des animaux vivants. »

Le tableau V, dressé pour la Commission de *l'Or et l'Argent* par M. Comber, l'un des plus gros négociants de Liverpool et de Bombay, montre d'une façon précise l'influence qu'a exercée la réduction des frais de transport sur l'abaissement du prix du blé en Angleterre.

Dans une note ajoutée à ce tableau, l'auteur explique que les frais de transport du lieu de production à Jubbulpore et à Chicago ne sont pas compris dans les chiffres qu'il a indiqués. Il n'y a pas de raison pour supposer que le prix du transport à l'intérieur ait

TABLEAU V. — PRIX DU TRANSPORT D'UN QUINTAL DE BLÉ DE L'INTÉRIEUR DU PAYS JUSQU'EN ANGLETERRE.

COMPARAISON ENTRE L'INDE ET L'AMÉRIQUE.

| ANNÉES. | PRIX MOYEN du blé en Angleterre. | FRAIS DE TRANSPORT DANS L'INDE. | | | FRAIS DE TRANSPORT EN AMÉRIQUE. | | | RÉDUCTION, COMPARATIVEMENT À 1873. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Intérieur. — Jubbulpore à Bombay. | Mer. — Bombay en Angleterre. | Total. | Intérieur. — Chicago à New-York. | Mer. — New-York en Angleterre. | Total. | Prix du blé. | Transport de l'Inde. | Transport de l'Amérique. |
| | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. |
| 1873 | 33.00 | 5.40 | 7.30 | 12.70 | 3.60 | 3.95 | 7.55 | — | — | — |
| 1874 | 31.35 | 5.40 | 6.70 | 12.10 | 2.60 | 3.65 | 6.25 | 1.65 | 0.60 | 1.30 |
| 1875 | 25.40 | 3.80 | 6.35 | 10.15 | 2.10 | 3.40 | 5.50 | 7.60 | 2.55 | 2 05 |
| 1876 | 26.05 | 3.65 | 5.90 | 9.55 | 1.80 | 3.10 | 4.90 | 6.95 | 3.15 | 2.65 |
| 1877 | 31.95 | 3.70 | 5.15 | 8.85 | 2.10 | 2.70 | 4.80 | 1 05 | 3.85 | 2.75 |
| Moyenne des 4 années | 28.70 | 4.15 | 6.05 | 10.20 | 2.15 | 3.20 | 5.75 | 4 30 | 2.50 | 1.80 |
| 1878 | 26.10 | 3.50 | 2.70 | 6.20 | 1.75 | 2.80 | 4.50 | 6.90 | 6.50 | 3.05 |
| 1879 | 24.65 | 3.55 | 3.50 | 7.05 | 2.10 | 2.35 | 4.40 | 8.35 | 5.60 | 3.15 |
| 1880 | 24.95 | 3.55 | 4.55 | 9.10 | 2.30 | 2.10 | 4.40 | 8.05 | 3.60 | 3.15 |
| 1881 | 25.50 | 3.55 | 5.15 | 8.70 | 1.55 | 1.55 | 3.10 | 7.50 | 4.00 | 4.45 |
| 1882 | 25.35 | 3.60 | 3.80 | 7.40 | 1.50 | 1.45 | 2.95 | 7.65 | 5.30 | 4.60 |
| Moyenne des 5 années | 25.30 | 3.55 | 3.95 | 7.50 | 1.85 | 2.05 | 3.90 | 7.70 | 5.20 | 3.65 |
| 1883 | 23.40 | 3.15 | 3.45 | 6.60 | 1.60 | 1.50 | 3.10 | 9.60 | 6.10 | 4.45 |
| 1884 | 20 05 | 3.15 | 2.40 | 5.55 | 1.30 | 1.35 | 2.65 | 12.95 | 7.15 | 4.90 |
| 1885 | 18.45 | 3.00 | 2.70 | 5.70 | 1.05 | 1.30 | 2.35 | 14.55 | 7.00 | 5.20 |
| 1886 | 17.45 | 2.75 | 2.15 | 5.00 | 1.60 | 1.30 | 2.90 | 15.55 | 7.70 | 4.65 |
| 1887 (six mois) | 19.05 | 2.85 | 2.50 | 5.25 | 1.55 | 0.90 | 2.45 | 13.95 | 7.45 | 5.10 |
| Moyenne des 4 années 1/2 | 19.70 | 3.00 | 2.65 | 5.65 | 1.40 | 1.30 | 2.70 | 13.30 | 7.05 | 4.85 |

diminué dans l'Inde, mais il n'en est pas de même en Amérique, depuis la création de nombreuses lignes ferrées à l'ouest de Chicago, et la diminution de frais pour l'Amérique, comparée à l'Inde, est en réalité plus forte que ne l'indique le tableau précédent.

On a beaucoup écrit sur la dépréciation subie en Russie par le rouble, et sur les conséquences qui en sont résultées pour le prix du blé. M. W.-J. Harris, dans une lettre écrite au mois de février dernier, fait remarquer que la valeur du rouble est descendue à 1 fr. 97 (il y a eu même une réduction plus forte depuis quelques mois) tandis qu'elle était de 2 fr. 50 il y a quatre ans, et de 3 fr. 70 il y a quarante ans. Il est certain que le paysan russe n'a pas ressenti complètement l'effet de cette dépréciation; cependant si le rouble possède toujours la même valeur pour la plupart des achats qu'il est obligé de faire, il n'en est plus de même pour les payements de taxes et d'impôts, et chacun sait que le paysan russe est beaucoup plus fortement imposé que le cultivateur indien. Au reste, le ministère de l'agriculture de Russie se basait sur cette diminution, lorsqu'il déclarait (en 1887) que la culture du blé en Russie n'est plus rémunératrice.

Quelques remarques intéressantes sur la situation actuelle de la Russie comme pays producteur de blé ont été publiées dans le *Meunier* au mois d'octobre 1887 :

« La seule chose qui a empêché la Russie de montrer aux autres pays toute sa puissance productive est la mauvaise situation économique dans laquelle elle se trouve actuellement. Elle possède d'immenses surfaces très fertiles, mais elle manque de chemins de fer, de marine marchande, en un mot de toutes les ressources de la civilisation dont les États-Unis se sont si bien pourvus depuis quelques années. Il est bien certain, cependant, qu'elle possède les moyens nécessaires pour devenir le plus formidable champion de nos marchés agricoles, mais elle ne pourra sans doute pas faire sentir tout le poids de son bras tant que ses moujiks ne se seront pas élevés au niveau des fermiers américains. »

Après avoir rappelé le désavantage actuel de la Russie pour l'exportation, l'auteur ajoute :

« Une autre considération est que les variétés les plus vigoureuses de blé russe sont d'une grande valeur pour les meuniers anglais, quand ils peuvent se les procurer à un prix avantageux. Les blés de notre pays ont de la couleur et de la douceur, mais la farine

manque de consistance, et c'est là précisément la principale qualité du blé de Russie. Il y a un dicton consacré sur les marchés anglais : « Lorsque le blé russe est bon marché, le meunier anglais peut faire de bonnes affaires ; mais lorsqu'il est à un prix élevé, comme il l'a été depuis quelques années, la période défavorable commence. » Une surabondance de blé de Russie ne serait sans doute pas un bienfait pour notre pays, mais des arrivages moyens avec les prix convenables seraient sûrement accueillis favorablement par nos meuniers. »

Quant aux autres pays d'exportation, si l'on admet que l'Inde peut lutter avec succès contre la Russie et les États-Unis, elle n'aura aucun motif pour craindre un autre rival. Il y a des colonies anglaises dans lesquelles le blé peut être produit à un prix aussi bas que dans les meilleures parties des États-Unis, mais on n'a jamais vu jusqu'ici qu'elles pussent envoyer du blé à l'Europe à des conditions aussi avantageuses.

La dernière question que nous ayons à étudier est la suivante : « Peut-on assigner dès maintenant une limite aux importations indiennes en Europe ? » On peut répondre que le blé de l'Inde n'est pas très avantageux pour la fabrication du pain; sa farine est, en effet, susceptible d'absorber une quantité d'eau extraordinaire. Ce fait a été mis pleinement en évidence depuis que les plus belles qualités du blé indien ne nous arrivent plus qu'en faible quantité. Aujourd'hui l'exportation du blé n° 1 est presque nulle, et le blé n° 2 de Calcutta peut être pris comme le type du blé qui nous arrive actuellement de l'Inde. De plus, les acheteurs les plus importants que j'aie consultés sont unanimes à déclarer que la qualité du blé de l'Inde diminue de plus en plus. Les particularités du blé indien pour l'industrie meunière sont appréciées fort sagement dans un article écrit par M. W. Bates dans le *Meunier*, et qui a pour titre : *le Mélange des blés nationaux et étrangers dans les meuneries anglaises et irlandaises*. Je crois utile d'en rappeler le passage suivant :

« Les trois principales qualités d'un blé sont, en général, la vigueur, la couleur et le parfum. Bien peu d'espèces réunissent ces trois conditions, mais l'une d'elles s'y trouve généralement en excès. Il sera donc avantageux de nous procurer ces qualités dans des blés distincts, et de les mélanger pour en faire une farine modèle. Ces diverses qualités sont le résultat de pays, de latitudes et de climats différents. Ainsi, les blés d'Amérique les plus vigoureux sont pro-

duits sur des prairies élevées, où l'hiver est très froid et l'été très chaud. La Russie, avec un climat semblable, produit la même qualité de blé; tandis que, dans les deux pays, les côtes qui sont plus tempérées fournissent des espèces moins robustes.

« D'une manière générale, plus le blé est vigoureux et moins il a de parfum; une humidité excessive aussi bien qu'une chaleur et une sécheresse exagérées sont fatales pour ces deux qualités; c'est le cas pour l'Égypte qui n'a pour toute humidité que celle qui lui vient du Nil. La différence est très marquée entre le blé de l'Inde et celui de la Russie; dans le premier, le gluten est dur et compacte; dans le second il est tendre et malléable. La cause principale de cette différence est le climat.

« Les variétés qui diffèrent le plus des précédentes sont assurément celles produites sous le climat froid et humide de l'Angleterre. Elles possèdent au plus haut degré deux qualités, la couleur et le parfum. Si ce blé entrait dans la composition de tous nos mélanges, nous aurions un pain beaucoup plus agréable que celui que nous fabriquons actuellement. Nous avons moulu depuis quelques années un blé sec, vigoureux et prenant bien l'humidité, non pas parce qu'il produisait un pain agréable ou qu'il plaisait davantage aux consommateurs, mais parce que les boulangers, nos clients, en faisaient la demande. Et pourquoi ? Simplement parce qu'ils pouvaient fabriquer davantage et en tirer plus de profit. »

Comme mélange le plus parfait, M. Bates indique une partie de Duluth (nº 1 Spring), une partie de blé australien et une de blé anglais. Il ne fait donc pas figurer le blé indien dans cette composition, d'où l'on peut conclure qu'il préfère d'autres variétés qui possèdent les mêmes qualités que celui-ci. Mais lorsqu'il indique d'autres mélanges pour diverses sortes de commerce, il recommande de fortes proportions de blé d'importation indienne.

*Conclusions.* — D'après toutes les considérations que nous avons passées en revue dans cet article, il est probable que le commerce du blé dans l'Inde suivra sa marche progressive, mais lentement, et en passant par des fluctuations qui seront occasionnées soit par de faibles récoltes dans ce pays, soit par de fortes importations en Europe, d'Amérique ou d'ailleurs, soit par des altérations dans le change, soit enfin par le relèvement momentané des frais de transport. La tendance actuelle est, comme nous l'avons vu, vers une réduction encore plus marquée des dépenses nécessaires pour con-

duire le blé du lieu de production jusqu'à la côte et à travers l'océan, et je crois, quant à moi, que les prix en Europe sont descendus à leur taux le plus bas. Mais, les personnnes les plus autorisées sont aujourd'hui d'avis que, même avec les circonstances les plus favorables, la culture du blé dans l'Inde ne pourra se propager rapidement sur des surfaces plus étendues qu'aujourd'hui, tandis que, par la suite, la population s'accroîtra dans une une très forte proportion, sur les terres propices à cette culture. D'autre part, si la roupie regagnait tout d'un coup sa valeur d'il y a vingt ans, soit par suite de la découverte de nouvelles mines d'or, soit à cause du manque de monnaie d'argent, soit enfin par suite d'une convention entre tous les pays qui n'admettent actuellement pour la monnaie d'or qu'une seule valeur, il se produirait aussitôt un affaiblissement temporaire dans l'exportation ; mais on verrait également les prix s'élever rapidement en Europe par suite de cette diminution de l'importation totale, et ainsi serait rétablie la balance un moment dérangée. Quant au résultat d'une baisse encore plus marquée sur les marchés européens, si cela pouvait se produire, il est très certain — d'après le faible accroissement des surfaces cultivées dans l'Inde depuis dix ans, où les circonstances ont été cependant si favorables, — qu'il s'ensuivrait encore un affaiblissement dans le commerce d'exportation; mais, là encore, le résultat ne se ferait pas attendre et les prix se relèveraient rapidement en Europe.

Il semble donc que, en envisageant la question à tous les points de vue, les producteurs de tous les pays doivent s'attendre à voir l'Inde lutter avec eux dans la suite; le meilleur moyen pour eux de tirer des bénéfices de leurs exploitations est un perfectionnement plus complet de leurs moyens d'action, qui puisse leur assurer des rendements plus élevés sur une surface donnée; ils ne seront pas, de cette façon, obligés de se retirer de cette lutte si honorable qui a pour résultat de pourvoir à l'alimentation du monde civilisé.

---

# RECHERCHES SUR L'ANALYSE INDIRECTE DE LA BETTERAVE A SUCRE

PAR

D. SIDERSKY

## AVANT-PROPOS

Bien que l'analyse de la betterave ait été dernièrement l'objet de nombreuses études qui ont donné naissance à toute une série de nouvelles méthodes, permettant le dosage direct du sucre, l'ancienne méthode *d'analyse indirecte de la betterave par celle de son jus* continue néanmoins à maintenir son rang dans les laboratoires industriels et les stations agronomiques, malgré l'incertitude des résultats qu'elle donne. Les nouvelles méthodes de dosage direct du sucre dans la betterave n'ont trouvé jusqu'à présent qu'une application restreinte, pour les essais isolés qu'on fait de temps à autre à titre de contrôle ou d'étude, quoique la valeur scientifique de certaines de ces méthodes eût été mise en évidence par des études bien approfondies.

Cela tient simplement à certains avantages bien marqués qu'offre l'ancienne méthode indirecte, car elle permet :

*a*. d'opérer sur une grande quantité de râpure, en mélangeant bien le jus extrait, de façon à obtenir facilement un échantillon de jus représentant la moyenne d'un lot de betteraves, si grand qu'il soit;

*b*. de faire sur le jus extrait une analyse complète, en déterminant, outre la richesse saccharine, la totalité des matières solides dissoutes dans le jus, les cendres et les matières organiques; ce qui permet d'établir le quotient de pureté et les coefficients salins et organiques;

*c*. de faire l'analyse très rapidement, ce qui permet de produire un grand nombre d'analyses dans un laps de temps limité.

Avec les nouvelles méthodes de dosage direct, on est forcé d'opérer sur une petite quantité de râpure, dans laquelle on ne dose que le sucre, et pour cela il faut recourir à des manipulations compliquées.

Voilà pourquoi on donne encore la préférence à l'ancienne méthode indirecte, malgré les causes d'erreurs qui l'accompagnent.

Quelles sont ces causes d'erreurs? Quelle est leur importance? Quels sont les moyens de les atténuer? C'est ce qui fera l'objet de notre étude.

I

Le jus sur lequel on opère l'analyse indirecte de la betterave est extrait de celle-ci par la pression de la râpure. Dans ce jus on dose la totalité des matières solides dissoutes, le sucre cristallisable, les cendres et les matières organiques et on établit par le calcul le quotient de pureté, les coefficients salins et organiques ainsi que la richesse saccharine de la betterave. Pour obtenir cette dernière, on multiplie simplement les taux en sucre p. 100 grammes de jus par un coefficient fixe, $0^{gr},95$, résultant d'un fait bien connu que la betterave contient environ 95 p. 100 de jus et 5 p. 100 de matières cellulaires insolubles.

La richesse saccharine est déterminée ordinairement par la déviation de la lumière polarisée produite par un tube rempli du jus clarifié au sous-acétate de plomb. Pour que le résultat ainsi obtenu soit exact, il faudrait donc que la betterave contînt constamment 95 p. 100 de jus, que ce jus ne renfermât d'autres matières optiquement actives que le sucre de canne et que le dépôt plombique résultant de la clarification n'entraînât pas de sucre, ni augmentât sensiblement la polarisation des jus. Malheureusement cela n'est pas tout à fait ainsi, et il y a là trois causes d'erreur rendant incertain le résultat de l'analyse indirecte. Nous allons voir quelle est l'importance de ces causes d'erreur, en nous basant sur les conclusions tirées des recherches les plus récentes et les plus nombreuses qui ont été publiées par divers chimistes de grande expérience.

1. *Quantité de jus contenue dans la betterave.* Quelques chimistes sont d'avis que la quantité de jus contenue dans la betterave varie entre 88 et 93 p. 100 et que la betterave riche en sucre contient moins de jus que la betterave pauvre. Cependant les essais entrepris par divers chimistes, dans le but de déterminer *directement* la quantité de jus, ont démontré d'une manière évidente que la betterave en contient rarement moins de 95 p. 100. MM. Stammer et Hollrung ont fait un grand nombre de ces déterminations, en se

servant de la méthode d'épuisement méthodique, c'est-à-dire en épuisant par l'eau chaude un poids connu de râpure, qu'on dessèche lentement et qu'on pèse. On a ainsi la quantité de matières insolubles et par différence, celle du jus p. 100 de betterave. MM. Pagnoul et Petermann se sont servi de la méthode Stammer-Grouven, ayant pour principe de doser l'eau dans le jus extrait et dans la râpure non pressée et de calculer la teneur en jus par la proportion

$$e : E = J : 100; \ J = \frac{100e}{E}$$

dans laquelle $e$ = eau p. 100 de râpure non pressée, E = eau p. 100 grammes de jus et J = jus p. 100 grammes de betteraves.

La place nous manque pour reproduire ou même pour résumer tous les travaux qui ont été publiés sur ce sujet. Rappelons seulement les résultats obtenus par M. Pagnoul, l'éminent directeur de la Station agronomique du Pas-de-Calais, et par M. Petermann, directeur de la Station agricole expérimentale de l'Etat belge, à Gembloux.

M. Pagnoul s'est occupé surtout d'apporter des modifications dans la méthode Stammer-Grouven, afin de vérifier son exactitude. Il a obtenu[1] dans ses essais les résultats suivants exprimant les taux en jus p. 100 de betteraves :

94.9, 94.7, 94.1 94.7 94.2 p. 100.

M. Petermann a fait 39 essais analogues sur des betteraves de richesses différentes, et il a obtenu[2] les résultats suivants :

| | Sucre p. 100. | P. 100 de jus. | |
|---|---|---|---|
| Betteraves titrant..... | 9 à 10 ( 1 essai)..... | 96.57 | |
| Betteraves titrant..... | 10 à 11 (3 essais)..... | 96.66 | en moyenne. |
| Betteraves titrant..... | 11 à 12 (10 essais).... | 95.36 | — |
| Betteraves titrant..... | 12 à 13 (15 essais).... | 95.24 | — |
| Betteraves titrant..... | 13 à 14 (6 essais)..... | 94.68 | — |
| Betteraves titrant..... | 14 à 15 (3 essais)..... | 94.78 | — |
| Betteraves titrant..... | 15 à 16 (2 essais)..... | 94.65 | — |

dont la moyenne est de 95,42 p. 100 de jus de betteraves. Quoique ce petit tableau indique une diminution progressive de la teneur

1. Pagnoul, *Observations diverses relatives à l'analyse des betteraves* (*Bulletin de l'Association des chimistes*, du 15 décembre 1886).

2. Petermann, *la Quantité de jus contenue dans* 100 *kil. de betterave* (*Bulletin de la station agricole expérimentale de l'État* à Gembloux, janvier 1886).

en jus avec l'augmentation de la richesse saccharine, l'auteur est d'avis que la différence est trop faible pour en tenir compte.

Le même savant a entrepris quelques essais comparatifs, en déterminant la quantité de jus par les deux méthodes citées ci-dessus et il a obtenu des chiffres bien concordants.

Tout récemment, M. von Lippmann s'est donné la peine de vérifier la quantité de jus contenue dans des betteraves plus ou moins anormales[1]. Comme MM. Stammer et Hollrung, il a dosé la quantité de matières insolubles p. 100 de betteraves, en épuisant la râpure avec de l'eau chaude, en chassant celle-ci par l'alcool et l'éther et en desséchant le résidu, d'abord entre 80 et 90° C., ensuite à 100° C. jusqu'à la constance du poids.

Voici les résultats obtenus, exprimés en tant p. 100 de matières insolubles :

| | P. 100. |
|---|---|
| Betteraves fanées (4 essais) | 4.16 à 5.00 |
| Betteraves très fanées (6 essais) | 3.66 à 4.66 |
| Betteraves montées en graines (9 essais) | 4.03 à 5.31 |
| Betteraves très ligneuses (1 essai) | .... 4.17 |
| Betterraves 5 semaines sans pluie (6 esssais) | 3.92 à 5.02 |
| Betteraves à très grand collet (6 essais) | 4.09 à 5.06 |
| Betteraves semées tardivement (4 essais) | 4.29 à 4.84 |
| Betteraves non encore mûres (2 essais) | 4.25 à 4.70 |
| Très grosses betteraves, le collet (4 essais) | 4.12 à 4.62 |
| Très grosses betteraves, le restant (4 essais) | 4.22 à 4.60 |

Une betterave normale, fraîche, contenait 4.02 p. 100 d'insolubles; après 4 jours, 4.22 p. 100; après 6 jours, 4.52 p. 100 et après 8 jours, 5. 18 p. 100.

Ces chiffres démontrent de la manière la plus évidente que la quantité de matières insolubles p. 100 de betteraves ne dépasse guère le chiffre de 5. Il n'y a donc plus à insister sur le chiffre 95 p. 100, admis généralement pour la teneur de la betterave en jus, laquelle ne varie que dans des limites fort étroites, quelle que soit la nature de la betterave.

2. *Influence des matières polarisantes sur l'essai saccharimétrique.* Il est vrai que le jus de la betterave contient toute une série de matières organiques étrangères au sucre et qui dévient la lumière polarisée; mais cette cause d'erreur touche moins particulièrement la méthode indirecte que toutes les méthodes de

1. Voir *Sucrerie indigène*, t. XXIV, p. 31.

dosage direct du sucre, où l'alcool est exclu, telle que la digestion aqueuse, etc.

Les matières organiques optiquement actives, dont on a signalé la présence dans la betterave, sont : *l'asparagine, l'acide aspartique, l'acide glutamique, l'acide malique, l'arabine, la raffinose, les tartrates alcalins, la saccharine (de Péligot), l'albumine et les matières pectiques.*

Jusqu'à présent on n'est pas parvenu à doser quantitativement l'un ou l'autre de ces corps qui ne se trouvent dans le jus de betteraves qu'en faible proportion[1]. La déviation de quelques-uns, étant à gauche, est compensée par la déviation des autres qui sont dextrogyres et il n'y a que la différence de ces polarisations qui puisse influencer le dosage du sucre cristallisable. L'addition de sous-acétate de plomb au jus sucré réduit sensiblement la déviation produite par les matières ci-dessus, en éliminant les unes à l'état de précipité (*l'arabine, les tartrates alcalins, les matières pectiques et l'albumine*), et en diminuant le pouvoir rotatoire de quelques autres, *la saccharine, l'acide malique*, etc.

Lorsqu'on n'emploie que peu de sous-acétate de plomb et qu'on ajoute une grande quantité d'alcool (le triple du volume du jus), on élimine presque totalement les matières polarisantes[2]. C'est là l'avantage de la méthode de dosage direct par l'extraction alcoolique. Nous avons fait une série d'essais comparatifs, en traitant d'un côté 25 centimètres cubes de jus avec 25 centimètres cubes d'alcool chauffé, ajouté 1 centimètre cube de sous-acétate de plomb et de l'alcool pour ramener au volume de 100 centimètres cubes, et d'un autre côté, même traitement avec de l'eau au lieu d'alcool; mais nous n'avons observé entre les deux résultats que des différences extrêmement faibles, au-dessous de 0.10 p. 100 de sucre. Le même fait a été observé par M. Battut[3]. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

On voit que la cause d'erreur produite par la présence de matières organiques optiquement actives n'est pas de premier ordre et qu'on possède des moyens pour l'atténuer.

1. M. von Lippmann a extrait la raffinose du jus de betterave; mais la quantité obtenue présente à peine 0,005 p. 100 du poids des betteraves. Bien d'autres matières citées ci-dessus n'ont été obtenues qu'avec les mélasses des sucreries, où toutes les impuretés sont accumulées.

2. L'acide glutamique n'est cependant pas éliminé par ce procédé.

3. Battut. Voy. *Bulletin de l'Association des chimistes*, etc., du 15 février 1887.

3. *Influence du dépôt plombique sur la polarisation du jus.* La question du dépôt plombique a été étudiée très soigneusement par MM. Velz, Scheibler, Champion et Pellet, Commerson, François Sacchs et d'autres, qui ont établi son influence sur la déviation du jus clarifié. Des recherches très concluantes ont démontré que le précipité plombique formé au sein d'un jus de betteraves n'entraîne pas de sucre avec lui, mais il peut augmenter la richesse du jus en diminuant son volume, car le volume du précipité, de 0.8 à 0.9 centimètres cubes, n'est pas négligeable. Pour en tenir compte, il suffit de retrancher 0.17 de la richesse saccharine du jus, lorsqu'on analyse des betteraves titrant de 12 à 15 p. 100 de sucre. Il est bien entendu que cette correction doit être faite lorsqu'on a clarifié 100 centimètres cubes de jus avec 100 centimètres cubes de sous-acétate de plomb et qu'elle sera réduite, lorsqu'on opérera sur 50 centimètres cubes de jus qu'on ramènera avec du sous-acétate de plomb et de l'eau au volume de 100 centimètres cubes.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer que les trois causes d'erreur qu'on signale dans l'analyse indirecte de la betterave, ne sont que d'un ordre secondaire et qu'on peut les atténuer très sensiblement.

II

Lorsqu'on analyse la même betterave d'après deux méthodes différentes, soit par l'analyse indirecte avec le coefficient 0.95 d'un côté et par une des méthodes directes, extraction ou digestion alcoolique ou aqueuse d'un autre côté, on voit apparaître dans les résultats des différences très sensibles qui sont de nature à faire réfléchir le chimiste. Ces différences varient avec la nature des betteraves soumises à l'analyse; mais presque toujours le chiffre le plus élevé résulte de l'analyse indirecte.

Ces faits ayant été constatés par un très grand nombre de chimistes, on a cherché à les expliquer par des hypothèses plus ou moins originales, en attribuant à la méthode indirecte les causes d'erreur que nous avons étudiées ci-dessus. Nous avons cherché également à expliquer ces différences, mais d'une autre façon, et dans une étude que nous avons publiée, *Sur les coefficients saccharimétriques appliqués à l'analyse des betteraves*[1], nous avons émis

1. Voy. *Bulletin de l'Association des chimistes*, etc., du 15 octobre 1886, et *Journal des fabricants de sucre* du 27 décembre 1886.

l'opinion que ces différences proviennent uniquement de ce que le jus extrait par pression de la râpure n'a pas la composition du *jus normal* renfermé dans les cellules de la betterave, et par conséquent, l'application du coefficient 0.95 n'a pas sa raison d'être. Nous avons démontré, à l'aide d'un nombre considérable d'essais publiés par M. Maerker, que le coefficient saccharimétrique, c'est-à-dire le chiffre avec lequel il faudrait multiplier la richesse saccharine du jus pour passer à celle de la betterave, varie entre 0.88 et 0.92, et nous avons proposé une formule pour arriver à des résultats qui se rapprochent beaucoup de la réalité.

Il s'ensuit que le coefficient 0.95 généralement admis, n'est exact que pour le *jus normal* renfermé dans la betterave, alors que pour l'analyse du jus extrait par pression de la râpure il est complètement inexact, la composition de ce jus n'ayant aucune relation avec celle du *jus normal*. C'est là la cause d'erreur la plus grave qui accompagne la méthode d'analyse indirecte, et qu'il importe d'étudier dans le but de pouvoir atténuer son influence sur le résultat final.

Dans l'étude que nous venons de rappeler, nous avons expliqué d'où vient la différence entre la composition du *jus normal* et celle du *jus extrait par pression de la râpure*. C'est qu'en râpant une betterave avec la râpe la plus perfectionnée, celle-ci ne déchire pas toutes les cellules de la plante, de sorte que la râpure contient une partie plus ou moins grande de cellules laissées intactes, selon la construction de la râpe. En soumettant cette râpure à l'action d'une forte pression, celle-ci agit non seulement sur les cellules déchirées, abandonnant facilement leur jus, mais aussi sur les cellules fermées qui font diffuser, à travers leur membrane, un jus d'une toute autre composition, selon la force de la pression, lequel se mélange avec le *jus normal* et fournit le *jus extrait.*

Cette explication a été confirmée par deux faits importants, observés par plusieurs savants. C'est que le jus extrait n'a pas la même richesse saccharine lorsque la râpure soumise à la pression est de différents degrés de finesse, ou qu'on fait agir sur la râpure des pressions différentes. Cela prouve évidemment que le jus extrait n'a pas une composition normale.

Les différents degrés de finesse de la râpure, c'est-à-dire les proportions différentes de cellules non déchirées, ont une influence sensible sur le résultat de la polarisation. Bien que les différences

observées avec des betteraves râpées par différentes râpes soient extrêmement faibles, elles sont plus grandes pour des cossettes de diffusion. Ainsi MM. Stammer et Sacchs ont observé :

| | | | Pour 100 de sucre. |
|---|---|---|---|
| Dans le jus de cossettes | pressées entièrement | ......... | 9.60 |
| — | — hachées | ..................... | 10.85 |
| — | — réduites par un laminoir | ...... | 11.50 |

En soumettant la même râpure à différentes pressions, MM. Ladureau, Leplay et d'autres ont observé une diminution progressive de la richesse saccharine avec l'augmentation de la pression[1].

Ces faits démontrent clairement que la richesse saccharine du jus extrait est variable selon la proportion dans la râpure de cellules non déchirées et selon la force de la pression, alors que le titre saccharin du *jus normal* est évidemment constant.

Et le quotient de pureté du jus extrait est-il bien celui du jus normal? On le croit du moins, faute d'une contre-épreuve.

Cette question mériterait cependant d'être étudiée, car la valeur industrielle d'une betterave, c'est-à-dire son rendement industriel en sucre cristallisable, est une fonction de sa richesse saccharine et de son quotient de pureté. C'est ainsi que même les promoteurs de la méthode de dosage direct du sucre dans la betterave par l'extraction alcoolique, ne négligent nullement de faire encore l'analyse indirecte par le jus extrait, dans le but unique d'y déterminer le rapport du sucre à la totalité des matières solides dissoutes. Nous avons cependant constaté que le *jus extrait*, ayant une composition toute différente de celle du *jus normal*, peut aussi peu renseigner sur le quotient de pureté que sur la richesse saccharine. En voici le raisonnement appuyé par des faits incontestables :

S'il n'y a pas moyen d'obtenir le vrai *jus normal* que renferment les cellules de la betterave, il y a toujours un moyen d'en extraire un jus analogue qui ne diffère du premier que par le degré de sa concentration. C'est le jus qu'on obtient industriellement par la diffusion. Ce jus est un peu plus pur que le jus normal, parce que bien des matières organiques azotées et d'autres sont abandonnées dans les cossettes épuisées avec une portion minime de sucre. Mais cela nous importe peu ; la valeur de la betterave devant être

1. Voy. *Annales agronomiques*, juin 1886.

établie, non par la pureté du jus normal, mais par celle qu'aura le jus extrait par la diffusion. Or, la pratique industrielle nous a démontré que la pureté du jus de diffusion est moins variable et presque toujours inférieure à celle du jus extrait des betteraves travaillées. Pendant la durée de la dernière fabrication, nous avons eu l'occasion de vérifier ce fait d'une manière très concluante. Nous avons en effet analysé tous les jours les échantillons moyens des betteraves travaillées et du jus de diffusion qui en résultait, et nous avons observé dans le jus de betteraves râpées une pureté variable entre 77 et 87, alors que la pureté du jus de diffusion ne variait qu'entre 78 et 81 1/2, et bien souvent elle était de 80, alors que le jus de betterave avait une pureté de 85 à 86! D'ailleurs, nous trouvons dans un tableau d'analyses de betteraves, publié par M. Pagnoul[1] (dont l'autorité est une garantie pour l'exactitude des résultats), des puretés allant jusqu'à 89, alors qu'il n'y a aucun fabricant de sucre qui puisse se vanter d'avoir obtenu par la diffusion un jus ayant une pureté si élevée et qui se rapproche de celle d'une masse cuite premier jet.

On nous fera peut-être l'objection que ces différences proviennent de la prise d'échantillon moyen ou de l'exactitude du procédé d'analyse, etc., mais elle sera insuffisante pour expliquer les différences qui ont été observées tous les jours pendant toute la durée de la fabrication. Quant au procédé d'analyse, nous faisons remarquer que la totalité des matières dissoutes a toujours été calculée d'après la table de concordance de Balling, reconnue comme la plus exacte, et que la densité a été constatée, non par un densimètre, mais par la balance hydrostatique de Mohr-Wesphal, permettant de déterminer la densité avec 4 décimales[2], et que la richesse saccharine a été exprimée pour 100 du poids du jus, après correction de l'erreur due au précipité plombique.

Les différences dans les quotients de pureté prouvent une fois de plus que l'action de la presse sur la râpure modifie complètement la composition du jus extrait.

Il s'ensuit que le défaut de l'analyse indirecte consiste uniquement dans la *préparation* du jus extrait.

1. Pagnoul, *Bulletin de l'Association des chimistes*, du 15 novembre 1885.

2. Ceci est absolument nécessaire pour établir la pureté, comme nous l'avons démontré dans le *Journal des fabricants de sucre*, du 6 octobre 1886. Avec un densimètre on aura des variations qui peuvent aller jusqu'à 2 degrés de pureté.

III

Il nous reste maintenant à rechercher les moyens qui permettent d'extraire de la betterave un jus se rapprochant par sa composition du vrai *jus normal*, afin que l'analyse de ce jus puisse servir de base pour établir la valeur industrielle de la betterave. L'inconvénient du procédé ordinaire était principalement dans la modification que subit le jus par suite de l'action de la presse sur les cellules non déchirées ; on devra donc chercher à extraire le jus dans une des trois conditions suivantes :

*a*. En râpant la betterave de manière à en déchirer toutes les cellules ;

*b*. En extrayant de la râpure ordinaire la totalité de son jus ;

*c*. En extrayant seulement le jus renfermé dans les cellules ouvertes, de façon à laisser presque intactes les cellules fermées.

La première condition semble réussir parfaitement avec le moulin spécial préconisé par M. Stammer, fournissant, en étant mis en mouvement par une transmission, une râpure tellement réduite qu'elle a l'aspect d'une crème impalpable. Malheureusement, cette râpure-crème ne peut pas être soumise à l'action d'une presse, et il n'y a aucun moyen d'en extraire directement le jus. La seconde condition qu'on a cherchée à remplir au moyen de presses stérohydrauliques très puissantes, est irréalisable. La pression la plus élevée ne permet pas d'extraire de la râpure plus de 80 p. 100 de jus, alors que le pressin est encore très sucré. Nous avons donc été obligé de diriger nos recherches dans le sens de la troisième condition, en diminuant la pression à un tel point que les cellules non déchirées de la râpure restent presque intactes.

Dans ce but nous avons essayé d'extraire le jus de la râpure, non par l'action d'une presse, mais par la force centrifuge, où la pression est fort minime. Il est vrai que l'essorage de la râpure ne fournit qu'une quantité de jus très faible ; mais c'est justement cela que nous cherchons. Le jus découle simplement des cellules ouvertes par les dents de la râpe, alors que les cellules fermées restent presque intactes, la pression étant trop faible pour faire passer le jus à travers le tissu cellulaire intact qui le renferme.

Des essais d'essorage faits par M. Degener avec des râpures de différents degrés de finesse, ont donné des résultats bien concor-

dants; la finesse de la râpure n'ayant dans ce cas aucune influence sur la composition du jus extrait. Mais ce chimiste ne s'est pas occupé de la comparaison des résultats obtenus par essorage et pression. Les essais dont nous ferons suivre les résultats ont été faits dans le but unique d'établir la variation dans la composition du jus, selon qu'il est obtenu par pression ou par essorage, ainsi que la comparaison entre la richesse saccharine de la betterave résultant de l'application du coefficient 0.95 aux titres saccharins de ces jus et celle qu'on obtient directement par l'extraction alcoolique de la râpure, d'après Scheibler et Soxhlet.

Nous avons employé dans nos essais la nouvelle essoreuse *système Vlasto*[1], représentée par la figure. Elle offre un avantage bien



marqué sur les autres systèmes, en ce que le panier en tôle perforée, destiné à recevoir la matière, est simplement suspendu au mécanisme tournant, évitant ainsi tout pivot ou crapaudine à la partie inférieure, ce qui rend le nettoyage plus facile. Le mécanisme du mouvement y est formé par une poulie à manivelle ramenée par un ressort contre un cône de friction en caoutchouc. L'axe qui traverse ce cône est solidement supporté en deux points

1. Construite par la Société centrale des produits chimiques à Paris, rue des Écoles, 44.

et porte à son extrémité inférieure une barre horizontale à double fourchette, à laquelle est suspendu le panier.

Les betteraves soumises aux essais furent râpées par une râpe à tambour fonctionnant à la vapeur, la râpure fut mélangée très rapidement et divisée en trois parties : pour le dosage direct du sucre par extraction alcoolique, pour l'essai à la presse et pour l'essorage. L'extraction alcoolique a été faite sur 40$^{gr}$,500 (2 fois et demi le poids normal de 16$^{gr}$,2), dans l'appareil Sohxlet-Sickel, en suivant strictement les prescriptions de ces savants. Pour la pression et pour l'essorage on a employé des poids presque égaux de râpure, mais on a obtenu beaucoup moins de jus (environ 50 p. 100), par le dernier procédé que par le premier. Chacun des deux jus ainsi obtenus a été versé dans une éprouvette à robinet, d'où il fut soutiré après 10 minutes de repos, ramené à la température de 15° C. et pesé avec la *balance hydrostatique* de *Mohr-Westphal*, donnant la densité avec 4 décimales. Pour y doser le sucre cristallisable, on a mesuré avec une pipette 50 centimètres cubes de jus, on y a ajouté 3 centimètres cubes de sous-acétate de plomb et de l'alcool pour former exactement un volume de 100 centimètres cubes, agité, filtré et observé au saccharimètre, dont les degrés, multipliés par 0.324 et divisés par la densité observée, expriment le titre saccharin p. 100 grammes de jus. Pour obtenir la richesse saccharine de la betterave, on a multiplié ce dernier chiffre par 0.95, le coefficient généralement admis.

Voici les résultats (page suivante), de quatorze essais comparatifs, exécutés à différentes époques de la fabrication 1887-1888.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau pour voir que la composition du jus obtenu par essorage diffère très sensiblement de celle du jus obtenu par pression, et que l'application du coefficient 0.95 au titre saccharin du jus obtenu par essorage donne des chiffres qui ne s'écartent que fort peu de la richesse saccharine de la betterave établie par l'extraction alcoolique, d'après Scheibler-Sohxlet, alors que l'analyse du jus obtenu par pression conduit à des résultats tout à fait incertains et donne en même temps un quotient de pureté très élevé qui est évidemment exagéré.

La plus grande différence dans les titres saccharins de la betterave, déterminés par le dosage direct et par l'analyse du jus avec le coefficient 0.95, est de 0.4 p. 100 pour le jus obtenu par essorage et de 1.4 p. 100 pour le jus obtenu par pression. Cela

| NUMÉROS D'ORDRE. | JUS OBTENU PAR PRESSION : Densité. | Degrés Balling. | Sucre p. 100 grammes de jus. | Quotient de pureté. | Sucre p. 100 grammes de betteraves. | JUS OBTENU PAR ESSORAGE. Densité. | Degrés Balling. | Sucre p. 100 grammes de jus. | Quotient de pureté. | Sucre p. 100 grammes de betteraves. | EXTRACTION ALCOOLIQUE. — Sucre p. 100 grammes de betteraves. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.. | 1.0631 | 15.4 | 12.5 | 81.2 | 11.9 | 1.0631 | 15.4 | 12.3 | 79.4 | 11.7 | 11.8 |
| 2.. | 1.0749 | 18.1 | 15.4 | 85.1 | 14.6 | 1.0757 | 18.3 | 15.0 | 82.0 | 14.2 | 14.1 |
| 3.. | 1 0705 | 17.1 | 14.3 | 83.6 | 13.6 | 1.0713 | 17.3 | 14.0 | 80.9 | 13.3 | 13.2 |
| 4.. | 1.0753 | 18.2 | 15.5 | 84.9 | 14.7 | 1.0740 | 17.9 | 14.9 | 83.3 | 14.2 | 14.3 |
| 5.. | 1.0851 | 20.4 | 17.5 | 85.6 | 16.6 | 1.0829 | 19.9 | 16.3 | 82.4 | 15.4 | 15.2 |
| 6.. | 1.0700 | 17.0 | 14.5 | 85.3 | 13.7 | 1.0713 | 17.3 | 14.1 | 81.4 | 13.4 | 13.1 |
| 7.. | 1.0718 | 17.4 | 14.7 | 84.5 | 13.9 | 1.0709 | 17.2 | 14.2 | 82.6 | 13.5 | 13.5 |
| 8.. | 1.0762 | 18.4 | 15.2 | 82.6 | 14.4 | 1.0762 | 18.4 | 15.0 | 81.5 | 14.3 | 14.0 |
| 9.. | 1.0740 | 17.9 | 15.2 | 84.9 | 14.4 | 1.0740 | 17.9 | 14.7 | 82.1 | 14 0 | 13.7 |
| 10.. | 1.0775 | 18.7 | 16.2 | 86.6 | 15.4 | 1.0784 | 18.9 | 15.5 | 81.8 | 14.8 | 14.7 |
| 11.. | 1.0766 | 18.5 | 16.1 | 87.0 | 15.3 | 1.0740 | 17.9 | 14.8 | 82 7 | 14.1 | 13.7 |
| 12.. | 1.0820 | 19.7 | 17.5 | 88.8 | 16.6 | 1.0820 | 19.7 | 16.7 | 84.7 | 15.9 | 15.7 |
| 13.. | 1.0740 | 17.9 | 15.6 | 87.1 | 14.8 | 1 0762 | 18.4 | 15.6 | 84.8 | 14.8 | 14.7 |
| 14.. | 1.0842 | 20.2 | 17.8 | 83.1 | 16.9 | 1.0851 | 20.4 | 17.2 | 84.3 | 16.3 | 16.0 |

prouve, évidemment en faveur de la préparation du jus par essorage de la râpure, que ce jus a une composition plus normale et que l'analyse indirecte de la betterave, par l'application du coefficient 0.95 au titre saccharin de ce jus, donne des résultats qui s'accordent bien avec l'analyse directe par extraction alcoolique. Quant au quotient de pureté de ce jus, il semble se rapprocher beaucoup de celui du jus qu'on obtient industriellement par la diffusion, lequel ne s'élève jamais à 88 comme le fait celui du jus obtenu par pression.

Quant à la manière de doser le titre saccharin du jus, nous y avons apporté une légère modification, en opérant sur 50 centimètres cubes seulement, et en y ajoutant de l'alcool, dans le double but d'éliminer du jus les matières étrangères optiquement actives et surtout de rendre plus logique la comparaison entre l'analyse indirecte et le dosage direct du sucre par la méthode Scheibler-Sohxlet[1]. Pour les analyses courantes de betteraves, on pourra, croyons-nous, se passer de l'alcool, en suivant l'ancienne méthode. La quantité de matières étrangères polarisantes qu'on peut éliminer par l'addition de l'alcool, est fort minime, comme nous

1. M. Maerker, dans ses nombreux essais comparatifs, s'est servi de la même méthode d'analyse de jus, probablement pour les raisons que nous avons données.

l'avons constaté par de nombreuses analyses comparatives.

Tout récemment, M. Pellet[1] a constaté que le sous-acétate de plomb en dose plus forte précipite complètement les matières dextrogyres, de sorte qu'on peut supprimer complètement l'alcool des analyses de betteraves. Les observations de ce chimiste ont été faites sur le dosage direct du sucre par digestion ; mais rien n'empêchera d'en tenir compte à l'analyse du jus extrait. Dans ce but, on mesure 50 centimètres cubes de jus qu'on additionne de 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb (à 30° B.) et d'eau distillée pour ramener au volume de 100 centimètres cubes, qu'on agite, filtre et observe au saccharimètre. Les degrés observés, multipliés par 0.324 (saccharimètre Laurent) et divisés par la densité du jus, expriment les taux en sucre p. 100 de poids du jus. Il est inutile d'établir le titre saccharin par litre de jus, ce chiffre n'ayant aucun rapport avec le titre saccharin de la betterave.

En résumé, nos essais ont démontré que l'analyse indirecte de la betterave par celle de son jus, peut donner des résultats satisfaisants, à condition que le jus soit extrait de la râpure par essorage et non par l'action d'une presse. Nous souhaitons voir nos conclusions confirmées par des recherches ultérieures de nos savants collègues dont les remarquables travaux ont tant contribué à l'étude de l'analyse des betteraves.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**Sur le gluten et sa présence dans le grain de blé**, par M. W. JOHANNSEN[2]. — L'auteur ne s'occupe pas, dans le mémoire que nous analysons, de la composition chimique du gluten, mais il cherche à éclaircir les deux questions suivantes qui ont été souvent débattues dans ces derniers temps : 1° Comment le pâton de gluten se produit-il lorsqu'on pétrit de la farine de blé avec de l'eau et qu'on lave ensuite ? 2° Quels sont les tissus du grain de blé qui jouent ici un rôle ?

1° La main étant l'agent principal dans la confection du pâton de gluten, il n'est pas étonnant que deux personnes différentes, opérant en apparence de la même façon, n'obtiennent pas la même quantité relative de gluten. Une même personne, au contraire, suffisamment exercée à ce travail manuel, arrive à des

1. H. Pellet. *Sur l'analyse des betteraves* (*Bulletin de l'Association des chimistes*, première année, n° 1).

2. *Résumé du compte rendu des travaux du laboratoire de Carlsberg*, 2° vol., 5° livr., 1888.

résultats sensiblement concordants, à la condition d'opérer le même jour. M. Johannsen a remarqué que ses dosages parallèles variaient souvent beaucoup lorsqu'ils étaient faits à des jours différents.

MM. Bénard et Girardin[1] ont montré que la quantité de gluten augmente lorsqu'on laisse reposer quelque temps la pâte faite avec la farine avant de procéder au lavage; cette augmentation porte non seulement sur la masse humide, mais encore sur le gluten sec et l'auteur danois ajoute que c'est bien réellement la matière azotée qui augmente et que le gluten sec, provenant d'un échantillon de farine donné, est à peu près également riche en azote, quel que soit le mode de préparation adopté.

L'auteur prenait pour chaque dosage 25 grammes de farine qu'il pétrissait pendant 2 à 5 minutes suivant la quantité d'eau employée. Le lavage se faisait partie sur un tamis de crin, partie sur un tamis de gaze très fine.

M. Péligot[2] attribue à une matière grasse la propriété de rendre cohérentes les particules protéiques; la farine épuisée par l'éther n'aurait pas donné de gluten. M. Johannsen croit que cet insuccès ne peut provenir que d'une circonstance ignorée, puisqu'il a au contraire obtenu la quantité normale de gluten avec de la farine épuisée à l'éther pur. Une idée toute différente a été introduite dans la science, surtout par MM. Bischoff et Weyl[3] : le gluten se formerait au contact de l'eau aux dépens de certaines globulines (myosine végétale) sous l'influence d'un ferment existant dans le blé.

Les expériences de M. Kjeldahl[4] semblent confirmer très nettement l'existence de ce ferment. Si on opère à 0°, on n'obtient pas de gluten, mais à mesure que la température s'élève, la quantité de gluten s'accroît jusqu'à la température optima de 40° au-dessus de laquelle elle diminue de nouveau.

En outre, d'après le même auteur, le bichlorure de mercure (et d'autres sels métalliques) même en solution très étendue, empêche la formation du gluten. Enfin de la vieille farine qui ne donne plus de gluten, et même de la farine d'orge, peuvent en donner lorsqu'on les mélange avec une quantité convenable de bonne farine de blé.

On voit que l'hypothèse d'un ferment était des plus plausibles, malheureusement toutes les tentatives d'isoler ce ferment sont restées infructueuses.

L'auteur cherche à élucider ce point obscur par les expériences suivantes :

Il fabrique de la farine artificielle soit en mélangeant du gluten desséché et finement pulvérisé avec de l'amidon pur, soit en pétrissant du gluten frais et humide avec de l'amidon et en séchant et pulvérisant ensuite la matière. Cette farine artificielle se prête facilement à la préparation du gluten par la méthode ordinaire, mais de plus elle se comporte absolument comme la farine ordinaire vis-à-vis de la chaleur, des acides, du sublimé, etc.

La solution de sublimé employée comme eau de pétrissage réduit beaucoup plus fortement le produit en gluten lorsque la pâte a reposé plusieurs heures que lorsqu'elle n'a reposé qu'une demi-heure. La farine employée, pétrie avec

1. *Journ. de pharm. et de chimie*, 5e série, t. IV, 1881, p. 127.

2. *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXIX, 1853, p. 5-34. Voyez aussi : Péligot, *Traité de chimie analytique*, 1883, p. 367.

3. *Berichte deutsch chem. Gesellsch.*, XIII, 1880, p. 367.

4. *Meddeleser fra Carlsberg Laborat.*, I, résumé français, p. 121 et 186.

de l'eau et laissée en repos pendant vingt minutes, a donné 28 p. 100 de gluten; avec la solution de sublimé on a obtenu les quantités centésimales suivantes :

| CONCENTRATION de la SOLUTION DE SUBLIMÉ. | APRÈS 20 MIN. DE REPOS. | | APRÈS 20 H. DE REPOS. | |
|---|---|---|---|---|
| | Tamis de crin. | Tamis de gaze. | Tamis de crin. | Tamis de gaze. |
| 0.2 p. 100...... | 26 | 26 | 4 | 15 |
| 0.4 — ...... | 20 | 25 | 1 | 11 |
| 1.0 — ...... | 13 | 19 | 0 | 0 |

On remarquera tout d'abord l'influence considérable de la finesse du tamis sur le rendement. Le sublimé en solution étendue n'agit que peu à peu, tandis qu'il agit fortement dès le début lorsqu'il est en solution plus concentrée. L'auteur conclut de ces expériences qu'il s'agit peut-être tout simplement d'un tannage lent de particules de gluten préexistantes, tout en reconnaissant que l'hypothèse du ferment n'est pas encore directement réfutée. Il essaye ensuite de faire voir que tous les faits invoqués en faveur de cette hypothèse s'expliquent parfaitement sans elle et arrive finalement à considérer l'hypothèse d'un ferment producteur du gluten comme étant complètement superflue et à croire que le gluten est préformé dans le grain de blé.

2° Il s'agit donc maintenant de trouver le gluten dans un grain de blé intact. Dans cette question depuis longtemps discutée, l'assise périphérique des cellules de l'endosperme a joué un rôle tout particulier; on a été jusqu'à l'appeler « la couche à gluten », alors qu'en réalité le gluten ne s'y trouve pas du tout et doit être recherché dans les cellules intérieures de l'endosperme. En effet ces cellules périphériques, que quelques auteurs français considèrent à tort comme appartenant au tégument, renferment de petits grains peu résistants d'une matière azotée qui sont logés dans une masse protoplasmique molle et riche en matières grasses. Les prétendus grains d'aleurone observés dans ces cellules par Th. Hartig ne sont que des gouttelettes d'huile dégagée sous l'influence de l'eau. Au-dessous de l'assise périphérique se trouve une assise de cellules plus petites que celles des parties profondes et dans lesquelles les grains d'amidon sont de grandeur moyenne et plus isolés, tandis qu'ils sont les uns gros, les autres très petits dans les cellules intérieures. Partout les grains d'amidon sont nichés dans le protoplasma desséché, consistant en majeure partie en gluten. Il est facile de s'en convaincre en isolant quelques cellules amylifères à l'état sec sur une lame porte-objet et en les délayant dans une goutte d'eau : on voit alors que les grains d'amidon sont mis en liberté, tandis que les parties non dissoutes du protoplasma se présentent sous l'aspect de filaments visqueux qui

ne sont autre chose que le gluten. Le gluten constitue donc la masse principale du protoplasma des cellules amylifères de l'endosperme du blé.

VESQUE.

**La « pourriture noble » des raisins**, par M. H. MUELLER-THURGOVIE[1]. — Quelques-uns des crus les plus appréciés des vins du Rhin, et particulièrement ceux qu'on obtient avec du raisin de Riesling, doivent en partie leurs qualités à une pourriture spéciale du grain, dite « pourriture noble » (*Edelfäule*) et qui est due à un champignon du genre *Botrytis*, appelé autrefois *Botrytis acinorum* Vers., mais en réalité identique avec le *Botrytis cinerea*. Si le temps est pluvieux, le champignon attaque les grains avant la maturité, les empêche de mûrir et les fait pourrir. Il en est tout autrement quand la saison est très favorable; seuls les grains mûrs sont envahis et subissent dès lors certaines modifications dont l'ensemble constitue la pourriture noble. Après avoir pénétré dans la baie, le champignon traverse, désagrège et tue les cellules de la peau: de là augmentation de l'évaporation et concentration du jus. Le champignon absorbe des quantités notables de sucre et d'acides, ces derniers en plus forte proportion que le premier, de sorte que le fruit, tout en subissant une perte absolue, devient plus sucré et moins acide; or, comme il y a en même temps concentration, on conçoit que le jus renfermera une proportion centésimale de sucre plus élevée qu'auparavant. C'est là une propriété toute particulière du *Botrytis*. Le *Penicillium* absorbe également du sucre et des acides, mais beaucoup plus du premier que des seconds; la baie pourrie sous l'influence de ce champignon, loin de s'améliorer, ne fournit qu'un moût inutilisable.

Quant aux matières azotées, le *Botrytis* les modifie en ce sens qu'il les rend en partie insolubles. La baie ne subit qu'une perte insignifiante en matières azotées, mais s'appauvrit en matières azotées solubles; elle offre un terrain moins favorable au développement des champignons, même lorsque, par suite de la concentration, le taux des matières solubles n'a pas diminué. Il en résulte que le moût fermente beaucoup plus lentement, ainsi que l'auteur l'a constaté par l'expérience.

On peut prouver que toutes ces modifications résultent réellement de la présence du *Botrytis* en cultivant ce champignon sur du moût ordinaire, qui se modifie alors absolument de la même manière que le jus de la baie, tandis qu'il conserve ses propriétés antérieures en l'absence du champignon.

**De la présence des nitrites dans les plantes**, par M. TJODEN MODDERMAN[2]. — Le Fuchsia présente à l'extrémité de chacune des dents de la feuille un petit organe renflé qui laisse écouler l'eau prise en excès par les racines. L'auteur a profité de cette circonstance pour rechercher les nitrites dans cette eau, dont il a recueilli chaque fois plus d'un demi-litre. La plante a été cultivée dans un sol qui avait reçu l'année précédente un engrais de vieux fumier de vache et de terreau et qui a été arrosé depuis avec de l'eau privée de nitrites.

On a pu déceler de suite les nitrites dans l'eau recueillie par les réactifs suivants : iodure de potassium dans l'empois d'amidon et acide sulfurique;

1. *Landwirthsch. Jarhb. von Thiel*, 1888, p. 83-160.
2. *Maandbl. voor Natuurwetensch*, 1888, p. 91.

sulfate de fer et acide sulfurique concentré; acide sulfanilique et sulfate de naphtylamine; diphénylamine et acide sulfurique concentré; solution de fuchsine dans l'acide acétique cristallisable et enfin solution aqueuse de phénol et nitrate de mercure. Le sol lui-même ne renfermait que des traces de nitrites; seule la réaction extrêmement sensible de l'acide sulfanilique a pu les mettre en évidence. L'auteur croit pouvoir admettre que la plante n'a pu prendre les nitrites que dans le sol.

**Les grains d'aleurone sont des vacuoles**, par M. J.-H. WAKKER[1]. — Dans une note précédente, l'auteur nous a montré que les cristaux d'oxalate de chaux, dans tous les cas observés, naissent dans les vacuoles, non dans le protoplasme. Or, on connaît depuis longtemps des cristaux d'oxalate inclus dans les grains d'aleurone et ces derniers corps particuliers aux graines dites charnues et grasses ont été considérés jusqu'à présent comme des fragments de protoplasme desséché. Si cela était exact, ces cristaux se développeraient dans la masse même du protoplasme. Cette apparente contradiction a déterminé l'auteur à étudier de nouveau la formation des grains d'aleurone et il est arrivé à ce résultat intéressant que les grains d'aleurone ne sont autre chose que des vacuoles remplies d'albumine soluble. Les globoïdes, de même que les cristaux et les cristalloïdes, se forment par conséquent également dans des vacuoles.

Les coupes faites dans les graines mûres ou presque mûres ont été observées dans l'eau sucrée à 4 p. 100.

Il faut partager les graines en 6 groupes selon la nature des matériaux de réserve qu'elles renferment.

1. *Graines renfermant de l'aleurone, des cristaux, des globoïdes et de l'huile : chardon-marie, carotte, panais, salsifis et scorzonère.* Avant la maturité les cotylédons consistent en deux sortes de cellules, les unes contiennent un grand nombre de petits grains d'aleurone ne renfermant que des globoïdes, les autres un gros grain (solitaire de Th. Hartig) et d'autres plus petits; le gros grain renferme une agglomération cristalline d'oxalate de chaux, tandis que les petits ne présentent que des aiguilles du même sel. Tous ces grains figurent des vacuoles sphériques entre lesquelles est logé le protoplasme chargé d'huile. L'acide azotique étendu éclaircit notablement l'image.

2. *Graines renfermant de l'aleurone et de l'huile : soleil, lupin.* Ici encore l'huile est incorporée au protoplasme, qui est situé autour des graines d'aleurone. On a quelquefois traité les préparations par le nitrate de potasse à 10 p. 100 qui sépare les vacuoles du protoplasme tué. Mais ce traitement a pour résultat la disparition des grains d'aleurone solubles et qui ne laissent aucune espèce d'enclave, ni globoïdes, ni cristaux.

3. *Graines renfermant de l'aleurone, des cristalloïdes, des globoïdes et de l'huile : ricin.* Il n'est pas rare de rencontrer dans la même graine tous les états du développement de la cellule. A l'état jeune celle-ci ne présente qu'une seule vacuole qui, plus tard, se divise en plusieurs parties et communique ainsi

1. *Aleuronkorrels zijn vacuolen. Maandblad voor Natuurwetenschappen*, 1887, n$^{os}$ 5 et 6. — *Bot. Centralbl.*, XXXIII, p. 361.

au protoplasme un aspect écumeux particulier. On voit apparaître dans ces petites vacuoles d'abord les cristalloïdes, ensuite les globoïdes.

4. *Graines renfermant de l'aleurone, des cristalloïdes, des globoïdes, des cristaux et de l'huile : Æthusa Cynapium.* Ces graines s'accordent, quant à leur développement, avec celles du premier groupe, notamment avec celles de la carotte et du panais. Mais comme les cellules sont beaucoup plus petites et le protoplasme plus opaque, l'étude en est assez difficile. Il a été néanmoins possible d'arriver à des résultats certains. L'auteur n'a pu observer les jeunes cristalloïdes, mais comme ils sont toujours logés dans les grains d'aleurone, il est probable qu'ils naissent dans les vacuoles, et même assez tard, pendant le dessèchement des graines, c'est-à-dire pendant que les vacuoles se transforment en grains d'aleurone.

5. *Graines renfermant de l'amidon et des cristalloïdes : Sparganium ramosum, simplex, minimum.* La présence de l'amidon rend l'observation peu aisée; cependant l'emploi de la solution de salpêtre à 10 p. 100 fait rapidement gonfler les cristalloïdes isolés qui subissent même un commencement de dissolution dans leurs parties internes. Tout indique que dans ces plantes comme chez les autres, les cristalloïdes se forment dans les vacuoles.

6. *Graines renfermant de l'amidon et de l'aleurone.* Si on examine des graines de haricot adultes, mais non encore sèches, on voit d'abord les volumineux grains d'amidon bien connus et entre eux de très petites vacuoles. A l'état sec ces dernières sont remplacées par les grains d'aleurone, dont le mode de développement est par conséquent le même que pour les exemples précédents.

Quand on fait germer des graines quelconques, les grains d'aleurone traversent les mêmes phases que pendant leur développement, mais dans l'ordre inverse : ils commencent par absorber de l'eau, par se transformer en vacuoles qui peu à peu abandonnent leur albumine; le nombre des vacuoles diminue, les globoïdes et les cristalloïdes se dissolvent.

Les différents réactifs qui ont servi à distinguer l'albumine ont permis en outre de voir que l'albumine est tenue en solution grâce à la réaction alcaline du suc cellulaire; M. Pfeffer, à qui nous devons un travail étendu sur les grains d'aleurone, a déjà constaté le même fait pour certaines graines.

**Études chimico-physiologiques sur les algues**, par MM. LOEW et BOKORNY[1]. — MM. Loew et Bokorny étudient l'influence des engrais non plus sur des betteraves ou des pommes de terre, mais sur des *Zygnémacées* (algues), plantes aquatiques vivant dans un milieu physique toujours le même, composées d'une seule file de cellules, transparentes et ne cachant à l'œil de l'observateur aucun des changements qui peuvent être optiquement visibles.

Ces algues, séchées superficiellement avec du papier à filtre, renferment 85-90 p. 100 d'eau. Quand on les sèche à l'étuve à 100°, on y trouve 6-9 p. 100 de corps gras, 28-32 p. 100 d'albumine et 60-66 p. 100 de cellulose et d'amidon. La majeure partie des corps gras appartient au ruban de chlorophylle; le protoplasma incolore renferme de la lécithine et de la cholestérine.

1. *Journ. f. prakt. Chemie*, N. F., t. XXXVI, p. 272-291.

La teneur en amidon est très variable et peut s'accroître dans de telles proportions qu'elle devient pathologique. Le mucilage (gomme) appartient à la membrane cellulaire, tandis que le tannin (bleuissant les sels de fer) se trouve dans le contenu. On n'a pas trouvé de corps xanthiques, ni de la leucine ni de l'asparagine, mais on a pu déceler la présence de l'acide succinique.

L'acide nitrique est une meilleure source d'azote que l'ammoniaque; il est cependant possible qu'il n'en soit pas de même pour d'autres algues. Chose assez curieuse, le nitrate de potasse est moins favorable que le nitrate de soude, parce qu'il cause une pléthore amylacée des cellules et qui peut entraîner la mort. Les autres sels de potasse, tels que le chlorure et le phosphate acide ne produisent pas le même phénomène; il paraît donc démontré qu'on ne provoque cette pléthore qu'en favorisant à la fois la formation de l'amidon et celle des albuminoïdes, c'est-à-dire en offrant à la fois de la potasse et un corps azoté.

La source de l'azote peut être organique, par exemple de l'asparagine, à condition que la plante reçoive en même temps les matières minérales nécessaires. La propriété nutritive des matières azotées diminue à mesure que l'alcalinité augmente par suite de l'introduction de groupes azotés. L'action de l'uréthane ($CAzH^2O^2C^2H^5$), de l'urée ($C(AzH^2)^2O$) et de la guanidine ($C(AzH^2)^2AzH$) est particulièrement intéressante sous ce rapport. L'uréthane est supportée sans dommage, les algues vivent mal dans l'urée et périssent en quelques heures dans la guanidine. Si l'on introduit des groupes acides dans la molécule de l'urée ou de la guanidine, de manière à diminuer la réaction alcaline, la nocivité de ces corps disparaît.

Les bases et souvent même les sels très dilués font apparaître des granulations dans le protoplasma; les substances les plus actives sous ce rapport sont les sels de quinine et de strychnine, mais l'ammoniaque, l'éthylamine, la diéthylamine, la triéthylamine et le tétraéthylammonium hydroxyde occasionnent la formation des mêmes granulations et tuent le protoplasma à une concentration de 0.1 p. 100. Les chlorures de ces bases agissent de la même manière, mais plus faiblement, à l'exception du chlorure de tétraéthylammonium. Cette différence s'explique facilement, puisque les sels des ammonium-hydroxydes se dédoublent difficilement en acide et en base, tandis que ce dédoublement est facile pour les autres sels qui peuvent ainsi se décomposer dans le plasma et nuire par leur base devenue libre.

Les auteurs voient dans la formation de granulations l'indice d'une polymérisation de l'albumine active qui renferme des groupes aldéhydes et se polymérise par conséquent très facilement; il en résulte des aggrégations plus grandes de molécules d'albumine qui se séparent sous l'apparence de granules. Ces granules ne se forment pas quand on a préalablement tué la cellule.

Nous savons maintenant pourquoi les sels ammoniacaux sont des engrais moins favorables que les nitrates. Lorsqu'une cellule végétale ne reçoit que juste la quantité de sels ammoniacaux nécessaires pour alimenter la production des albuminoïdes, il n'y a aucune influence défavorable; mais s'il y a excès de sels ammoniacaux, ceux-ci sont dédoublés, l'ammoniaque fait apparaître les granulations dans le protoplasma et transforme les groupes aldéhydes de l'albumine active en groupes aldéhyde-ammoniaque. La cellule supporte à la

rigueur, avec ralentissement de ses fonctions, cette altération, tant qu'elle n'a pas dépassé un certain degré : de là cet accroissement paresseux si souvent observé après l'application d'un engrais ammoniacal; de là encore cette distinction entre plantes à ammoniaque et plantes à salpêtre. Les premières dédoublent les sels ammoniacaux très lentement ou possèdent une forte réserve d'hydrates de carbone soluble qui permet une fabrication rapide d'albumine.

Les sels suivants employés à la concentration de 1 p. 1000 ne sont pas nuisibles aux spirogyres, même après des semaines : hypophosphite, phosphite et hyposulfite de soude, chlorure de baryum, de rubidium, de lithium, iodure de potassium et ferrocyanure de potassium. Les nitrites ne sont pas plus vénéneux, mais il n'en est pas de même de l'acide azoteux. Le bichromate de potasse les tue très rapidement, le chlorate plus lentement. Les sels d'hydroxylamine sont très nuisibles ; l'arsénite de potasse agit lentement mais finit par les tuer, tandis que l'arséniate est sans action; l'acide cyanhydrique enfin, en solution très faible, est supporté aussi longtemps sans dommage.

Les spirogyres ne font pas d'amidon à l'aide du sucre qu'on leur offre dans le milieu ambiant. Les *Vaucheria* au contraire peuvent servir à répéter cette expérience aujourd'hui courante pour les végétaux supérieurs. En revanche le *Vaucheria* lui-même, plus résistant que les autres algues employées, n'a pu faire de l'amidon avec l'aldéhyde formique. Les auteurs, désirant appuyer leur théorie sur un fait exact, ont cherché une combinaison non nuisible de cet aldéhyde qui permît à l'appareil chlorophyllien d'isoler l'aldéhyde et de l'utiliser de suite et ils croient l'avoir trouvée dans le méthylal qui se dédouble en aldéhyde formique et en alcool méthylique au contact de l'acide sulfurique. L'expérience a montré que les algues et surtout le *Vaucheria* peuvent employer ce corps et s'accroître à ses dépens, sans qu'il y ait pourtant formation d'amidon. Or l'accroissement exige la formation de cellulose, ce qui semble prouver que le méthylal peut donner naissance à un hydrate de carbone utilisable.

La cyanhydrine du méthylène ($CH^2OHCAz$) qui peut dans certains cas émettre de l'acide cyanhydrique et régénérer l'aldéhyde formique, n'a donné que des résultats négatifs.

Malgré ces échecs, les auteurs ne renoncent pas à la théorie de Baeyer d'après laquelle l'aldéhyde formique est le premier état des hydrates de carbone. Ils citent quelques faits qui semblent en effet plaider en faveur de cette théorie : c'est la végétation de champignons dans les combinaisons du méthyle.

Si on prépare des solutions à 1 p. 100 de méthylal, d'alcool méthylique, de méthylsulfates ou du corps dit hexaméthylamine et qu'on y ajoute des sels ammoniacaux inorganiques (0.2 p. 100), du biphosphate de chaux (0.1 p. 100), du sulfate de magnésie (0.1 p. 100) et du chlorure de calcium (0.1 p. 100), on voit apparaître rapidement des bactéries et des microcoques; mais comme ces organismes possèdent une membrane cellulosienne, il faut admettre que cette membrane a été formée grâce à la présence de l'aldéhyde formique séparé de ces substances par dédoublement ou résultant du groupe $CH^3$ oxydé sous l'influence des cellules vivantes.

VESQUE.

**Sur la torsion des troncs d'arbres**, par M. R. GŒTHE [1]. — On sait que très ordinairement les troncs des arbres sont tordus suivant une spirale allongée. Alexandre Braun attribue ce phénomène à la direction oblique des éléments du bois et du liber. Quand il s'agit d'un arbre jeune, il faut enlever l'écorce pour voir que le fil du bois suit une courbe spirale; ce n'est souvent qu'au bout de vingt ou trente ans que la torsion apparaît extérieurement.

L'auteur ne s'occupe pas de la cause de la torsion, mais il accumule quantité d'observations nouvelles et assez intéressantes.

Certains arbres, le peuplier du Canada et le peuplier argenté, par exemple, ne paraissent pas se tordre, d'autres le font exceptionnellement, le plus grand nombre, comme le marronnier d'Inde, presque toujours. Le sens de la torsion varie d'une essence à l'autre, le marronnier se tord à droite, le charme à gauche; mais les variétés d'une même espèce peuvent se comporter différemment sous ce rapport et cela d'une manière si constante, que la direction de la spirale peut servir à reconnaître les variétés. Certains pommiers se tordent de droite à gauche, d'autres de gauche à droite, d'autres encore pas du tout. Ces différences, qui ont été observées également sur d'autres arbres fruitiers, sautent aux yeux lorsque la greffe et le sujet appartiennent à des variétés chez lesquelles la torsion se fait en sens contraire.

**Etudes sur les racines absorbantes**, par M. DE VRIES [2]. — 1. *L'endoderme constitue la séparation des pressions.* Deux pressions différentes se trouvent en présence dans la racine. Intérieurement, dans le corps ligneux, celle de l'eau suspendue dans le bois, extérieurement, dans l'écorce la poussée des racines. Il est important de savoir à quel endroit précis, dans quel tissu ces deux pressions, luttant l'une contre l'autre, atteignent leurs maximas, où se trouve en d'autres termes le lieu de séparation des pressions. Nous savons, depuis les travaux de M. v. Hoehnel, que les vaisseaux du bois ne touchent jamais directement à des méats intercellulaires, qu'ils sont au contraire séparés de ce système de canaux aérifères par au moins une assise de cellules vivantes. Dans la jeune racine qui n'a pas encore subi d'accroissement secondaire, on trouve autour du faisceau deux assises de cellules unies entre elles de manière à ne pas laisser de méat, le péricambium et l'endoderme. L'une de ces deux assises ou toutes les deux prises ensemble doivent former l'organe de la séparation des pressions.

Dans les parties âgées de la racine, l'endoderme ordinairement subérifié est la séparation; mais comment se comportent les jeunes racines, les racines absorbantes? L'auteur démontre que chez elles encore c'est l'endoderme qui présente de telles particularités anatomiques que son rôle ne saurait être méconnu.

Presque toutes les expériences ont été faites sur l'*Iris pseudo-acorus*, mais les résultats ont été vérifiés sur un certain nombre de plantes monocotylées et dicotylées.

1. *Gartenflora*, 37e année. — *Bot. Zeit.*, 1888, col. 450.
2. *Maandblad voor Natuurwetenschappen*, 1886, n° 4. — *Bot. Centralbl.*, XXXV, p. 76.

L'auteur s'est d'abord attaché à démontrer que les méats intercellulaires de l'écorce de la racine communiquent tous librement entre eux jusque dans le voisinage du point végétatif, de sorte que nous avons là de l'air à la pression atmosphérique. Il en est de même pour les vaisseaux; même les plus jeunes de ces tubes communiquent directement avec les vaisseaux plus âgés. Il est donc clair que l'endoderme porte à sa face externe la pression atmosphérique et que la face interne du péricambium porte la pression de l'eau.

L'expérience suivante démontre bien ce qui vient d'être dit. Étant donnée une racine d'iris coupée, longue de 12 centimètres, on y injecte de l'eau sous la pression de 35 centimètres de mercure. Tous les quarts d'heure, à 2 centimètres environ de la pointe de la racine on a successivement enlevé des lamelles tangentielles dont on déterminait la nature sous le microscope. Aucune filtration d'eau ne se produit jusqu'au moment où le couteau a entamé l'endoderme : aussitôt que celui-ci était blessé, une goutte d'eau a perlé sur la plaie. La même expérience réussit aussi bien sur une racine de *Dipsacus sylvestris* qui a déjà subi un accroissement en épaisseur. Jamais l'eau ne s'est fait jour au dehors jusqu'au moment où l'endoderme était blessé.

L'auteur étudie ensuite les particularités anatomiques de l'endoderme, et qui ont pour but d'augmenter sa résistance à la filtration. Voyons donc par quelles voies l'eau pourrait traverser cette assise de cellules, et indiquons en même temps les moyens qui servent à rendre le passage aussi difficile que possible. Sous la poussée souvent très forte de la racine, l'eau pourrait filtrer radialement à travers l'épaisseur des parois radiales et des parois horizontales, mais on sait que la zone moyenne de ces cellules est subérifiée et rend par conséqent toute filtration impossible. Elle pourrait ensuite traverser les parois tangentielles, pénétrer dans la cavité cellulaire, où elle devrait ou bien traverser le corps protoplasmique ou bien se glisser entre ce corps et les parois radiales et horizontales; l'une et l'autre de ces alternatives sont impossibles à cause de la turgescence des cellules qui est de beaucoup plus élevée que la plus forte poussée des racines; de plus, le corps protoplasmique adhère surtout très fortement aux parties subérifiées des parois. Plus tard, et avant que le protoplasma meure, les parois cellulaires se subérifient entièrement, de sorte que ces parois se chargent de la fonction du protoplasma.

2. *Du mouvement de l'eau dans les racines absorbantes.* Il y a peu d'années M. de Vries a émis l'opinion que les courants protoplasmiques sont les principaux agents de la migration des principes immédiats. Il pense de même aujourd'hui que ce sont très probablement ces mêmes courants qui font passer l'eau du dehors dans les vaisseaux des racines absorbantes. Il a remarqué en effet que dans toutes les cellules qui doivent nécessairement prendre part au transport de l'eau, la direction moyenne des courants protoplasmiques est telle que l'exigerait le passage de l'eau dans le faisceau de la racine. Le protoplasme absorberait de l'eau au moment où il glisse le long de la paroi externe et en abandonnerait au contraire en passant le long de la paroi interne. La rotation est toujours la plus énergique dans celles des cellules de l'endoderme qui absorbent le plus d'eau et précisement au moment où les zones subérifiées commencent à se montrer, à 1-5.2 centimètres du sommet de la racine; en ce moment tout mouvement protoplasmique a déjà cessé dans les

autres tissus, tandis qu'il se ralentit seulement dans l'endoderme quand la subérisation générale commence, pour s'arrêter dès que cette transformation des parois cellulaires est achevée.

**Sur la part que prend le bois secondaire des Dicotylées à la conduite de la sève ascendante**, par M. A. WIELER[1]. — Déjà M. Bœhm[2], ensuite M. v. Hœhnel ont démontré qu'une partie seulement de l'aubier conduit la sève ascendante, et que les différentes portions la conduisent inégalement. Le robinier ne conduit que dans l'anneau ligneux le plus jeune, les vaisseaux de tous les autres étant bouchés par des thylles.

L'auteur s'est proposé de faire des recherches analogues sur d'autres espèces. Pour cela il injecte les rameaux coupés avec une solution aqueuse de fuchsine, les coupe ensuite en fragments de quelques centimètres de longueur, prépare des coupes transversales qu'il étudie au microscope. Dans une autre série d'expériences, au lieu d'injecter artificiellement les vaisseaux, il les laisse s'injecter eux-mêmes par transpiration, en les plongeant simplement par leur section dans la solution colorée.

Il a été établi de cette manière que les vaisseaux des anciens anneaux de l'aubier se bouchent en effet de bonne heure par des thylles ou par de la gomme et que dès lors la circulation de l'eau y est interrompue. Le nombre des anneaux perméables varie d'une espèce à l'autre; il est de un et demi chez le robinier et le sureau, de 2-3 chez le noyer, de 3-6 chez le hêtre, de 5 chez le pommier, etc. Ce nombre peut d'ailleurs varier selon que l'injection est spontanée ou qu'elle est produite sous pression. Ainsi le marronnier d'Inde compte 1 et demi à 4 anneaux conducteurs dans les conditions ordinaires, tandis que sous pression, 7 anneaux se trouvent injectés; mais la différence ne paraît pas toujours se produire dans le même sens, puisque chez l'érable plane, on a observé presque 5 anneaux complets injectés par transpiration tandis que 2-3 seulement l'ont été sous pression.

L'expérience sur le marronnier d'Inde semble prouver enfin que le nombre des anneaux injectés par transpiration augmente avec l'âge du rameau.

La partie la plus jeune du dernier anneau ligneux ne s'est pas colorée dans ces expériences. D'après l'auteur, les vaisseaux de cette partie sont obstrués par de la gomme et même par des thylles 2-3 heures après qu'on a détaché les rameaux de l'arbre; c'est ainsi que s'expliquerait la diminution de la perméabilité des vaisseaux coupés, fait observé depuis longtemps et expliqué différemment par MM. Sachs et v. Hœhnel. Contrairement aux observations de M. Sachs, l'auteur n'a pas pu trouver de différence entre le bois de printemps et le bois d'automne : en revanche, les vaisseaux d'une même zone sont inégalement conducteurs, ce qui s'explique peut-être par l'inégale transpiration dans les feuilles correspondantes.

A toutes ces expériences faites sur des rameaux coupés, on pouvait objecter

1. *Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Bot.*, XIX, 1888, p. 82-137.

2. Nous avons répété les expériences de M. Bœhm, au laboratoire de culture du Muséum, sur un robinier, et nous avons obtenu les mêmes résultats que le savant autrichien.

que les différences constatées sont peut-être le résultat de l'intervention violente de l'expérimentateur. C'est pourquoi M. Wieler, encouragé par le travail de M. Pfeffer sur l'absortion des couleurs d'aniline, a cultivé du maïs, des haricots, des fèves, etc., dans des solutions auxquelles il avait ajouté environ un cent-millième de bleu de méthylène ou de fuchsine. La teinte des feuilles démontre bientôt que les racines ont absorbé les matières colorantes. Les vaisseaux, ensuite les éléments ligneux circumvoisins, enfin les fibres libériennes mêmes ne tardent pas à prendre la coloration caractéristique. La même inégalité dont il a été parlé à propos des vaisseaux coupés s'est encore montrée ici, ce qui prouve qu'elle ne tient pas à la blessure mais bien à l'inégale succion exercée par les surfaces transpiratrices.

VESQUE.

**L'hémoglobine comme indicateur du dégagement de l'oxygène par les plantes**, par M. TH. W. ENGELMANN[1]. — En 1879, M. Hoppe-Seyler a déjà indiqué le parti qu'on peut tirer du sang pour déceler la présence de l'oxygène, mais on était loin de soupçonner combien la réaction est délicate. L'auteur vient de montrer qu'une cellule unique suffit pour produire une réaction sensible.

On place sur le porte-objet du microscope du sang de bœuf rendu veineux par le passage d'hydrogène ou d'acide carbonique, et on couche dans cette goutte de sang un filament de spirogyre. La préparation est ensuite exposée au jour diffus. Au bout de 10 à 15 minutes le sang prend le long de l'algue une coloration artérielle des plus nettes et sur une largeur de $0^{mm}5$ à 2 millimètres. La limite entre les colorations veineuse et artérielle est d'une netteté telle qu'on peut la déterminer à $0^{mm}1$ près. Si on observe le changement à l'aide de l'appareil spectral-oculaire on voit que la bande d'absorption du sang désoxygéné est insensiblement remplacée par les deux bandes noires de l'hémoglobine oxygénée. Le changement se fait quelquefois sentir déjà au bout de 12 à 20 secondes; si on remet la préparation à l'obscurité, la bande de l'hémoglobine réapparaît en peu de temps, une preuve qu'à l'obscurité les cellules vertes absorbent plus d'oxygène que le sang.

Il était tout indiqué d'appliquer cette nouvelle méthode à l'étude de l'influence des couleurs du spectre sur l'assimilation. L'expérience a réussi à souhait. Un filament du spirogyre ayant été placé dans une goutte de sang veineux et un spectre réel de 1 centimètre de long ayant été projeté sur l'algue, on a pu observer un effet appréciable au bout de 15 minutes. La limite entre le sang artériel et le sang veineux commença à se séparer du filament de spirogyre à l'endroit de l'extrême rouge visible, arriva à son maximum d'éloignement vers C, se recourba au delà de nouveau vers l'algue qu'elle atteignit au commencement du vert. On avait employé pour cette expérience la lumière du gaz.

Avec la lumière solaire les rayons plus réfrangibles agissent plus énergiquement qu'avec la lumière artificielle. Le maximum se trouve toujours à peu

1. Conférence faite à l'Académie des sciences d'Amsterdam, le 24 décembre 1887. — *Bot. Centralbl.*, XXXV, 143.

près au milieu du rouge, non dans l'orangé ou dans le jaune. L'effet est très faible dans le vert, jamais plus fort que dans le vert-bleu ou dans le bleu. On a observé deux fois un second maximum plus faible dans le vert-bleu. Le violet n'agit que faiblement. (La courbe nous paraît par conséquent plus voisine de celle que M. Reinke a tracée à 'aide de son spectrophore que de celle que les bactéries ont fournie à M. Engelmann lui-même.)

**Sur les excrétions par les racines et leur influence sur les matières organiques**, par M. H. Molisch[1]. — L'auteur étudie le produit excrété par les racines intactes de nombreuses plantes, et reconnaît avec certitude que ce produit, qui, non seulement imbibe les parois cellulaires de l'épiderme et des poils radicaux, mais encore s'échappe au dehors, agit à la fois comme un réducteur et comme un oxydant; on doit donc le considérer comme un autoxydant qui, en s'oxydant par l'oxygène passif et moléculaire, active de l'oxygène et amène ainsi l'oxydation de corps très oxydables. Les acides guajaconique, pyrogallique, gallique, etc., sont ainsi oxydés, de même que les substances humiques. Les racines, par leur excrétion, doivent donc hâter la destruction des matières organiques du sol. Une plaque d'ivoire, placée au fond d'une terrine dans laquelle on cultive des plantes, est corrodée absolument comme les plaques de marbre, de dolomite, de magnésite, d'apatite, dont M. Sachs s'est servi dans sa célèbre expérience. Le sucre de canne est transformé en un sucre réducteur dont la valeur n'a pas été nettement définie (glucose, maltose), l'amidon est transformé en sucre réducteur par les racines de jeunes plantules et du *Neottia*. Cependant cette action diastasique est encore quelque peu incertaine, puisqu'on n'a pu décéler le sucre produit que dans un petit nombre de cas.

1. *Arbeiten der pflanzenphys. Instit.* d. K. K. Wiener Universität, XXXVII, — *Bot. Centralbl.*, XXXV, 230.

*Le Gérant* : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# ÉTUDE SUR L'ENQUÊTE AGRICOLE DE 1882

PAR

D. ZOLLA

Lauréat de l'Institut
Professeur d'économie rurale à l'école de Grandjouan.

Il est bon qu'une nation, comme un particulier prévoyant et sage, dresse à des époques déterminées l'inventaire de sa fortune, qu'elle en étudie les progrès, ou en constate au contraire la diminution. C'est là un excellent moyen de ne pas se faire illusion à elle-même et de provoquer les réformes qui peuvent arrêter sa ruine ou contribuer au développement de sa prospérité.

L'administration française a publié tous les dix ans, depuis 1840 jusqu'à 1862, une partie de cet inventaire de la fortune publique, et nous a donné, sous forme de tableaux statistiques, des états de la richesse agricole du pays. La dernière enquête de ce genre, celle de 1882, vient d'être publiée. Elle mérite à plus d'un titre toute notre attention. C'est le seul document officiel sur la situation de l'agriculture que nous possédions depuis 1862; cette circonstance en augmente déjà l'intérêt. Les tableaux statistiques de 1882 sont en outre précédés d'une introduction due à la plume autorisée de M. Tisserand qui a su dégager les faits principaux, les commenter avec méthode, et signaler les conclusions générales qu'il est permis d'en tirer. L'honorable directeur de l'agriculture a eu le talent de transformer ainsi en une œuvre personnelle, très instructive et très vivante à la fois, des documents arides dont il était nécessaire d'éclairer et d'ordonner la masse pour bien faire ressortir les enseignements qui s'y trouvent contenus. Nous devons noter également une heureuse innovation, à laquelle on ne saurait trop applaudir. M. Tisserand a fait suivre les chapitres relatifs à la production agricole en France, à la division du sol, à sa culture, etc., d'une série de tableaux permettant de comparer les faits observés dans notre pays avec ceux que les statistiques officielles ont constatés chez les principales nations du monde.

Ainsi comprise et étudiée, la statistique agricole devient, ce qu'elle n'avait jamais encore été, une source féconde d'observations

instructives et de comparaisons utiles, une véritable introduction à un cours d'économie rurale comparée[1].

L'enquête de 1882 est divisée en trois parties. Dans la première nous trouvons tous les documents relatifs à la culture proprement dite, c'est-à-dire aux céréales, aux fourrages, aux plantes industrielles, etc., etc.; la seconde comprend les dénombrements d'animaux domestiques; enfin, dans la troisième sont groupés tous les faits du domaine de l'économie rurale : valeur locative et vénale du sol, division de la propriété et de la culture, salaires agricoles, etc.

Nous suivrons dans notre étude l'ordre adopté par l'enquête, et nous allons essayer de tracer d'après les renseignements qu'elle nous fournit, un tableau aussi exact que possible de la situation de notre agriculture il y a six ans.

## I. — LES CULTURES.

Pour se rendre compte du caractère général de la culture du sol dans notre pays, il est indispensable d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble du territoire, et de constater l'importance relative de chacune des divisions dont la réunion constitue la surface entière de la France.

Le tableau I qui contient tous ces renseignements se rapporte à l'année 1882.

Comparée à l'étendue du territoire agricole qui est de 50 millions d'hectares environ, la surface des terres labourables en représente à elle seule un peu plus de la moitié, soit 26 millions d'hectares. Les vignes, les prairies pâturables ou fauchables, les forêts et les cultures arborescentes, c'est-à-dire les vergers, parcs, etc., occupent 18 millions d'hectares; enfin la surface non cultivée, landes, pâtis, terrains de montagne, marais et tourbières forment le complément et couvrent une superficie de 6 millions d'hectares en chiffres ronds. Si l'on représente par 100 l'étendue totale des trois grandes divisions que nous venons d'indiquer, leur importance relative est marquée par les nombres 52, 36, et 12. C'est là ce que nous apprend une première vue d'ensemble, un rapide coup

1. L'enquête de 1882, et surtout l'introduction de M. Tisserand, ont été accueillies à l'étranger avec une faveur marquée. Un journal anglais faisait dernièrement encore, de cette publication si intéressante et si savante à la fois, un éloge mérité.

d'œil jeté sur la France entière. Cette répartition du territoire agricole est du reste caractéristique; elle distingue à ce point de vue notre pays de ses deux voisins, la Belgique et le Royaume-Uni. Dans les Iles-Britanniques, l'extension considérable donnée aux

TABLEAU I. — RÉPARTITION DU TERRITOIRE EN 1882.

| CATÉGORIES DU TERRITOIRE. | | | SURFACE. | PROPORTION. |
|---|---|---|---|---|
| 1° *Territoire agricole.* | | | Hectares. | P. 100. |
| Superficie cultivée. | Terres labourables. | Céréales | 15.096.066 | 28.56 |
| | | Grains divers autres que céréales | 344.052 | 0.65 |
| | | Pommes de terre | 1.337.613 | 2.53 |
| | | Cultures industrielles | 515.840 | 0.97 |
| | | Cultures fourragères | 4.650.511 | 8.79 |
| | | Jardins potagers | 429.701 | 0.81 |
| | | Jachères | 3.643.799 | 6.89 |
| | | Terres labourables | 26.017.582 | 49.20 |
| | Vignes | | 2.196.799 | 4.15 |
| | Prés naturels | | 4.115.424 | 7.78 |
| | Herbages pâturés | | 1.711.116 | 3.24 |
| | Bois et forêts | | 9.455.225 | 17.88 |
| | Cultures arborescentes | | 842.033 | 1.59 |
| Totaux de la superficie cultivée | | | 44.338.179 | 83.84 |
| Superficie non cultivée. | Landes, pâtis, bruyères | | 3.889.171 | 7.35 |
| | Terrains rocheux et montagneux incultes | | 1.958.750 | 3.76 |
| | Terrains marécageux | | 328.297 | 0.62 |
| | Tourbières | | 46.319 | 0.09 |
| Totaux de la superficie non cultivée | | | 6.222.537 | 11.82 |
| Totaux du territoire agricole | | | 50.560.716 | 95.66 |
| 2° *Territoire non agricole* | | | 2.296.483 | 4.34 |
| Totaux généraux du territoire | | | 52.857.199 | 100.00 |

cultures fourragères a fait réduire la surface consacrée aux autres produits. Les terres arables ne représentent guère que le tiers du territoire, alors qu'elles en occupent chez nous plus de la moitié.

La Belgique, pays de petite culture, où le labeur persévérant des fermiers et des propriétaires a transformé et fertilisé le sol, pos-

sède en terres labourables près des deux tiers, exactement 63 p. 100 de son territoire agricole.

L'Allemagne seule, au point de vue de la répartition des cultures, présente avec la France de curieuses analogies.

Une autre particularité mérite encore d'attirer notre attention; nous voulons parler de la portion considérable du territoire représentée dans notre pays par les surfaces non cultivées : landes, bruyères, marais, etc., etc. Cette étendue a toutefois constamment diminué depuis 1840. Nous empruntons à l'enquête de 1882 les chiffres suivants qui indiquent les progrès réalisés.

*Proportion de la surface non cultivée au territoire total.*

| | Pour 100. |
|---|---|
| 1840 | 18.02 |
| 1862 | 14.17 |
| 1882 | 12.36 |

Si importante que puisse encore paraître la fraction du territoire restée improductive, il ne faut pas oublier que nos agriculteurs ont fait de sérieux et intelligents efforts pour la restreindre.

Depuis 1862, seulement, 698,272 hectares ont été mis en culture, principalement dans les landes de Gascogne, dans la Bretagne et l'Auvergne. On ne saurait d'ailleurs sans injustice nous accuser à cet égard d'indolence et d'incurie; beaucoup de terres incultes n'ont en réalité aucune valeur au point de vue agricole; tels sont la plupart des terrains de montagne. Il n'est pas permis non plus d'oublier que, chez les nations voisines, de vastes étendues sont également couvertes par des landes improductives ou des rochers stériles. Les proportions, par rapport à la surface totale, sont les suivantes :

| | Surfaces incultes. Hectares. | Proportion pour 100 du territoire total. |
|---|---|---|
| Belgique | 231.964 | 7.88 |
| Iles Britanniques | 6.476.483 | 20.60 |
| Hollande | 711.431 | 21.60 |
| Allemagne | 4.127.871 | 8.20 |

Dans vingt ou trente ans nous aurons sans doute mis en valeur la plus grande partie des landes que les progrès de la mécanique et de la chimie agricole permettront alors de cultiver avec profit.

La France aura ainsi réduit, dans les mêmes proportions que la Belgique et l'Allemagne, les surfaces improductives qu'elle renferme encore aujourd'hui.

En retranchant du territoire agricole toutes les superficies non cultivées dont nous venons d'indiquer l'étendue, il reste environ 44 millions d'hectares répartis en deux groupes. L'un comprend les terres labourables avec les cultures si variées qu'elles portent, l'autre tous les vignobles, bois, prairies et cultures arborescentes. Le premier couvre 26 millions d'hectares, et le second 18 millions seulement. Examinons maintenant les divisions qui les composent et les caractères particuliers qui les distinguent.

## II

*Les terres labourables.* — Les terres labourables sont réparties de la façon suivante entre les différentes cultures :

| | Cultures. | Surface. Hectares. |
|---|---|---|
| Terres labourables. | Céréales | 15.096.066 |
| | Grains autres que les céréales | 344.052 |
| | Pommes de terre | 1.337.613 |
| | Cultures industrielles | 515.840 |
| | Cultures fourragères | 4.650.511 |
| | Jardins potagers | 429.701 |
| | Jachères | 3.643.799 |
| | Total | 26.017.582 |

On voit que les céréales à elles seules couvrent 15 millions d'hectares, c'est-à-dire 57 p. 100 de la surface consacrée à ce premier groupe de culture. Les plantes fourragères et les pommes de terre, qui viennent immédiatement après par ordre d'importance, occupent une étendue bien moins considérable. On peut donc dire que la prédominance de la culture des céréales caractérise de la façon la plus nette et la plus frappante notre agriculture. La France occupe du reste une place à part parmi les nations de l'Europe au point de vue de cette production. La Belgique, la Hollande et le Danemark présentent seuls une proportion plus forte de terres emblavées en céréales par rapport à l'ensemble de leur territoire, Quant au nombre d'hectolitres récoltés, il est à peine besoin de dire que nous l'emportons de beaucoup sur les nations dont nous

venons de parler. La Russie est le seul pays dont la production en grains soit supérieure à la nôtre. Le tableau suivant mettra en évidence cette intéressante particularité.

TABLEAU II.

| PAYS. | SUPERFICIE en céréales. | PRODUCTION en céréales. | NOMBRE d'hectares en céréales par 100 hectares du territoire. | NOMBRE d'hectolitres de grains par 100 hectares de céréales. |
|---|---|---|---|---|
| | Hectares. | Hectolitres. | | |
| France.... .... .... | 15.096.066 | 295.731.857 | 28.0 | 1961 |
| Belgique.... ........ | 934.663 | 23.972.035 | 31.7 | 2567 |
| Royaume-Uni.. ...... | 3.739.000 | 118.338.000 | 12.0 | 3165 |
| Allemagne ........... | 13.508.026 | 257.900.000 | 26.0 | 1910 |
| Autriche ............. | 6.589.710 | 108.538.760 | 22.0 | 1647 |
| Hongrie............. | 7.701.965 | 111.263.530 | 29.8 | 1445 |
| Hollande............. | 512.663 | 12.556.939 | 15.6 | 2450 |
| Danemark........... | 1.059.100 | 26.056.408 | 28.0 | 2460 |
| Italie............... | 7.943.572 | 95.711.400 | 26.8 | 1204 |
| Russie.............. | 64.070.089 | 615.066.922 | 13.0 | 951 |

Cette vue d'ensemble n'est pas du reste suffisante pour nous donner une idée exacte de la culture des céréales en France et à l'étranger. Il faut encore montrer la place que prend dans les assolements la plante alimentaire par excellence : le froment.

Nous empruntons encore à l'enquête de 1882 les indications représentées dans le tableau III.

Il résulte de ce tableau que la France n'est pas seulement un pays à grains en général, mais encore et surtout un pays à froment.

On ne trouve dans le monde entier que les États-Unis qui puissent aujourd'hui produire une plus grande quantité de cette précieuse céréale.

En outre, si nous jetons les yeux sur le passé nous pouvons constater que malgré la perte de l'Alsace-Lorraine notre production totale a constamment augmenté depuis 1840. Elle s'élevait à cette date au chiffre de 69 millions d'hectolitres; en 1862 elle atteignait 109 millions, et enfin 129 millions pendant l'année 1882. Cette dernière récolte était à coup sûr exceptionnelle.

Aussi préférons-nous recourir à l'examen des moyennes décennales

qui nous fournissent des indications plus précises et plus sûres.

TABLEAU III.

| PAYS. | SURFACE cultivée en froment. | PRODUCTION totale en froment. | NOMBRE d'hectares cultivés en froment par 100 hectares du territoire. | NOMBRE d'hectolitres par 100 hectares en froment. |
|---|---|---|---|---|
| | Hectares. | Hectolitres. | Hectares. | Hectolitres. |
| FRANCE............. | 7.191.149 | 129.338.676 | 13.6 | 1798 |
| Hollande........... | 90.827 | 1.984.236 | 2.7 | 2180 |
| Danemark......... | 51.275 | 1.093.475 | 1.3 | 2140 |
| Autriche............ | 1.107.081 | 15.441.320 | 3.7 | 1403 |
| Hongrie............. | 2.600.000 | 20.712.500 | 7.7 | 796 |
| Italie............. | 4.734.870 | 46.346.250 | 15.9 | 978 |
| Russie.............. | 10 906.850 | 93.987.287 | 2.4 | 862 |
| Allemagne.......... | 2.204.214 | 36.808.000 | 4.1 | 1670 |
| Etats-Unis.......... | 15.001.096 | 177.674.935 | 1.9 | 1184 |

Voici quel a été, d'après les documents officiels, le montant de la production indigène à partir de 1830[1].

| | Milliers d'hectolitres. |
|---|---|
| 1831-1841........................................ | 68.436 |
| 1842-1851........................................ | 81.041 |
| 1852-1861........................................ | 88.986 |
| 1862-1871........................................ | 98.339 |
| 1872-1881........................................ | 100.295 |

Ce résultat est d'autant plus remarquable que la surface emblavée annuellement en froment a diminué depuis 1862 de 99,000 hectares environ, même en tenant compte de notre perte de territoire. La conséquence évidente de ces faits, c'est que le rendement moyen par hectare a dû s'accroître très sensiblement depuis vingt ou trente ans.

1. Nous nous bornons à citer les chiffres de l'enquête, sans nous demander s'ils ne sont pas en contradiction avec d'autres renseignements publiés par le bureau des subsistances.

Voici en effet les chiffres que nous fournissent les relevés officiels :

| Périodes. | Produit moyen par hectare de froment. |
|---|---|
| 1841-1850 | 13.68 |
| 1851-1860 | 13.99 |
| 1861-1870 | 14.28 |
| 1871-1880 | 14.60 |
| 1881-1885 | 15.77 |

Les progrès sont assurément très marqués, mais il en reste encore beaucoup à accomplir. La Belgique, la Hollande, l'Allemagne, l'Angleterre obtiennent une production moyenne par hectare supérieure à 20 hectolitres. L'insuffisance de nos rendements nous oblige en outre à importer une quantité croissante de blé pour suffire aux besoins de notre consommation annuelle qui s'est élevée de 186 litres par habitant durant la période 1842-1851, à 250 litres de 1872 à 1881. Aussi l'excédent moyen de nos importations qui ne dépassait pas 569 millions d'hectolitres en 1850, a-t-il atteint 10,660,000 hectolitres à partir de 1872, Sans exagérer l'importance de cette rapide progression, il n'est pas défendu d'espérer que nos cultivateurs, puissamment secondés par les progrès nouveaux de la chimie agricole, sauront assez rapidement accroître les produits de leurs champs, pour nous permettre de suffire dans une plus large mesure à nos propres besoins.

Nous ne devons pas, en tous cas, oublier que l'importation étrangère si considérable qu'elle paraisse quand on la considère isolément, ne représente par le *dixième* de notre production annuelle, et ne saurait en conséquence réagir sur les prix avec la puissance qu'on lui attribue trop aisément d'ordinaire.

*Les céréales secondaires.* — L'importance toute particulière de la culture du froment dans notre pays n'empêche pas que les autres céréales couvrent une surface plus grande encore. Voici comment on peut classer les différentes divisions de ce groupe d'après la valeur de la production en grains et paille (tableau IV).

On voit qu'après le froment, la céréale qui occupe la surface la plus considérable est l'*avoine;* celle-ci couvre 3,610,000 hectares, et sa production en grains est évaluée pour 1882 à 90 millions d'hectolitres représentant près d'un milliard de francs. Viennent ensuite le seigle, l'orge, le maïs, le méteil, le sarrasin et enfin le millet. Le nombre d'hectares consacrés annuellement à

chacune de ces récoltes a du reste beaucoup varié depuis 1840 et même depuis 1862. Tandis que, à partir de 1840, la surface des terres ensemencées en avoine augmentait de 300,000 hectares par période de vingt années, la culture du seigle tendait au contraire à diminuer d'une façon constante. C'est surtout dans les pays pauvres de l'ouest et du centre que l'amélioration du sol par l'emploi des amendements calcaires et des phosphates a permis de substituer graduellement le blé au seigle. De 1862 à 1882 la superficie cultivée a

TABLEAU IV.

| CÉRÉALES. | NOMBRE d'hectares. | PRODUCTION en grains. | VALEUR totale, grain et paille. | PROPORTION de la superficie. | PROPORTION des valeurs. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Hectares. | Milliers d'hectol. | Mil. de francs. | P. 100. | P. 100. |
| Froment | 7.191.149 | 129.338 | 3.156.800 | 47.64 | 58.73 |
| Avoine | 3.610.592 | 90.798 | 978.148 | 23.92 | 18.20 |
| Seigle | 1.742.884 | 28.560 | 543.595 | 11.55 | 10.11 |
| Orge | 975.703 | 19.256 | 266.341 | 6.46 | 4.95 |
| Maïs | 548.362 | 11.165 | 166.438 | 3.63 | 3.10 |
| Méteil | 345.010 | 9.967 | 129.274 | 2.28 | 2.40 |
| Sarrazin | 645.476 | 6.166 | 126.839 | 4.28 | 2.36 |
| Millet | 35.890 | 477 | 7.786 | 0.24 | 0.15 |
| Totaux | 15.096.066 | 295.731 | 5.375.225 | 100.00 | 100.00 |

diminué de 148,000 hectares, en tenant compte des pertes de territoire que nous avons subies.

Cette réduction notable nous a fait prévoir, et nous explique en même temps l'abandon de plus en plus marqué de la culture du méteil.

Le sarrasin est, lui aussi, une céréale des pays et des sols pauvres. Il couvre aujourd'hui une surface moins considérable qu'en 1840 et en 1862. Les progrès de la culture font très aisément comprendre cette réduction bien compensée d'ailleurs par l'extension des autres cultures céréales et en particulier par celle du froment.

On comprend plus difficilement la diminution de la culture de l'orge; elle aurait, d'après les chiffres que nous avons sous les yeux, perdu 97,000 hectares en vingt ans. De 1840 à 1862, un phénomène analogue s'était produit. Deux causes paraissent l'expliquer. L'orge n'est pas comme le seigle une plante s'accommodant des sols les plus pauvres; il en résulte que là ou l'on a cessé de cultiver le seigle, il a paru presque toujours préférable de semer du froment.

Les chiffres mêmes contenus dans l'enquête de 1882 prouvent, en effet, que le produit moyen de l'hectare cultivé en froment est supérieur à celui de l'hectare cultivé en orge.

Enfin la bière, dont la fabrication exige l'emploi d'une grande quantité de cette céréale, n'est pas et ne sera sans doute jamais, chez nous, une boisson nationale.

Les débouchés sont donc moins étendus, en France, qu'ils ne le sont en Allemagne par exemple. Rien d'étonnant par conséquent à ce que la culture de l'orge ait décliné dans notre pays tandis qu'elle prenait, au contraire, un développement chaque année plus considérable chez nos voisins d'outre-Rhin.

La production du maïs a augmenté depuis vingt ans bien que la surface qui lui est consacrée ait diminué. Cette réduction ne peut d'ailleurs être expliquée par l'influence de la concurrence étrangère; depuis 1840, jusqu'à 1862, elle avait, en effet, été tout aussi sensible.

En définitive ce qu'il importe, avant tout, de constater, c'est moins la diminution et l'augmentation des surfaces occupées par l'une ou l'autre des céréales, que les progrès de la production totale, et l'accroissement des valeurs représentées par ces cultures dans leur ensemble. Le tableau suivant contient toutes ces indications et peut servir à résumer les pages qui précèdent.

Les corrections relatives aux changements de territoire ont été faites, et rendent les chiffres de toutes les colonnes parfaitement comparables.

TABLEAU V.

| CÉRÉALES (grains). | EXCÉDENT ANNUEL de la production de la période 1876-1885 sur celle de la période 1856-1865. | VALEUR TOTALE de l'excédent de la production annuelle pendant la dernière période décennale. |
|---|---|---|
| | Hectolitres. | Francs. |
| Froment | 5.345.861 | 94.942.491 |
| Seigle | — 1.404.616 | — 17.768.392 |
| Orge | — 362.806 | — 4.241.202 |
| Méteil | — 2.758.570 | — 40.661.322 |
| Avoine | 12.396.027 | 111.316.322 |
| Maïs | 683.415 | 10.080.371 |
| Sarrasin | — 663.184 | — 7.421.029 |
| A ajouter | 18.425.303 | 216.339.184 |
| A retrancher | — 5.189.176 | — 70.091.945 |
| Totaux généraux | — 13.236.127 | 146.247.239 |

On voit que d'une période décennale à l'autre, la production annuelle des grains s'est accrue de 13 millions d'hectolitres représentant une somme de 146 millions de francs. Cette augmentation eût été plus sensible encore si l'on avait adopté pour le calcul *des valeurs* les prix moyens de la période de 1875-1885, au lieu de prendre comme multiplicateur ceux de l'année 1884 qui sont bien moins élevés. On aurait trouvé de cette manière un excédent moyen annuel de 165 millions de francs, soit une différence de 19 millions avec le total indiqué plus haut.

Ces résultats sont assez remarquables pour qu'il soit superflu d'insister sur leur importance. Un seul mot résume l'œuvre entreprise et accomplie par nos agriculteurs d'une extrémité à l'autre de la France, et ce mot est : Progrès.

## III

*Les cultures fourragères.* — En dehors des terres occupées par les céréales dans le groupe de cultures que nous étudions, il existe encore plus de 11 millions d'hectares consacrés à différentes productions parmi lesquelles il faut citer tout d'abord, en raison de leur importance, les plantes fourragères.

Ces dernières couvraient en 1882 plus du *sixième* des terres labourables

TABLEAU VI.

| FOURRAGES. | SUPERFICIE | |
|---|---|---|
| | TOTALE. | PROPORTION. |
| | Hectares. | P. 100. |
| Racines fourragères......... | 553.714 | 5.20 |
| Plantes fourragères annuelles... | 843.292 | 8.05 |
| Prairies artificielles............ | 2.844.635 | 27.16 |
| Prés temporaires............... | 408.870 | 3.90 |
| Prés naturels................. | 4.115.424 | 39.26 |
| Herbages pâturés............... | 1.711.116 | 16.34 |
| Totaux et moyenne.... | 10.477.051 | 100.00 |

(exactement 4,650,000 hectares), et près de 9 p. 100 de la surface entière de la France.

Sous le nom de *cultures fourragères*, la statistique officielle comprend les *racines, les prairies artificielles* et les prés *temporaires*.

Pour se rendre compte des ressources réelles de la France en fourrages de toutes sortes il faut ajouter à ce premier groupe les prés naturels et les

herbages pâturés que l'enquête range dans une catégorie spéciale, à côté des vignes, des forêts, etc., etc. D'une façon générale les fourrages occupent une étendue de 10,477,000 hectares, soit 20 p. 100 de la superficie totale du territoire français.

Le tableau VI contient le détail de ces différentes productions et indique leur importance relative au point de vue de la surface qui lui était consacrée en 1882.

Pour comprendre toute la valeur de ces chiffres, il est nécessaire de les comparer avec ceux qui nous sont fournis par les enquêtes précédentes. La tâche serait difficile, si M. Tisserand ne nous avait pas évité à l'avance toute la peine en nous donnant pour les trois dates de 1840, 1862 et 1882, des tableaux dans lesquels il a tenu compte avec soin des différences de classification adoptée, et des autres causes d'erreur possibles.

Les racines et les fourrages annuels couvraient en 1862 une surface de 386,411 hectares, et en 1882 une superficie de 1,111,764 hectares, soit une différence de 725,353 hectares en faveur de l'époque actuelle. Pour les autres cultures fourragères voici les résultats obtenus depuis quarante ans.

TABLEAU VII.

| PRAIRIES. | 1840. | 1862. | 1882. |
|---|---|---|---|
| | Hectares. | Hectares. | Hectares. |
| Prairies artificielles............ | 1.576.547 | 2.772.660 | 3.129.677 |
| Prés naturels, irrigués ou non, et herbages pâturés............ | 4.198.197 | 5.021.246 | 5.946.260 |
| TOTAUX................ | 5.774.744 | 7.793.906 | 9.075.937 |

| | | Hectares. |
|---|---|---|
| Différences en plus | 1840-1862.......................... | 2.019.162 |
| | 1862-1882.......................... | 1.282.031 |

Un accroissement dans la production totale doit évidemment correspondre à cette augmentation dans les surfaces; la progression a même été plus rapide.

On récoltait environ 15 millions de tonnes de foin en 1840, 26 millions en 1862, et enfin 32 millions en 1882.

Ces chiffres se passent de commentaires.

Ils nous permettent déjà de prévoir quel a pu être le développement de l'élevage des animaux domestiques, quelle a été l'augmentation des produits qui leur sont demandés, et l'accroissement du poids vif ou de la précocité résultant d'une alimentation plus abondante et mieux choisie.

## IV

Pour terminer ce qui est relatif aux terres labourables, il nous reste à parler maintenant de trois autres cultures qui occupent dans leur ensemble un peu

plus de 2 millions d'hectares : nous voulons parler des *pommes de terre*, des *plantes industrielles*, et enfin des *jardins potagers*.

*La pomme de terre* couvrait, en 1882, 1,337,000 hectares et donnait un produit évalué à 101 millions de quintaux représentant une valeur de 648 millions de francs[1]. Parmi toutes les nations de l'Europe, l'Allemagne et la Russie l'emportent seules sur nous au point de vue de cette culture.

Malheureusement le rendement moyen à l'hectare ne dépasse guère en France 75 quintaux, alors qu'on en obtient 148 en Angleterre, 127 en Hollande et 82 en Italie. Il nous paraît donc certain que de nouveaux efforts doivent être faits pour accroître la masse des produits sans augmenter la superficie cultivée.

*Cultures industrielles.* — Il faut distinguer avec soin, en ce qui concerne les cultures industrielles, quatre groupes différents :

Les graines oléagineuses, les textiles, les plantes industrielles diverses (tabac, safran, houblon, etc...), et enfin la betterave à sucre. L'étendue consacrée aux deux premiers groupes a constamment diminué depuis vingt ans ; elle était de 295,000 hectares pour les graines oléagineuses en 1862, et s'est réduite à 136,000 hectares en 1882.

La surface cultivée en chanvre et lin, c'est-à-dire en plantes textiles, a passé également de 205,000 à 107,000 hectares durant la même période.

La concurrence des huiles minérales et des graines oléagineuses de toutes les parties du monde aussi bien que l'importation de plus en plus considérable du coton et des fibres textiles de l'Asie, expliquent ces réductions de nos cultures industrielles. *Ajoutons qu'il en est ainsi dans l'Europe entière ; en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, etc..., les statistiques officielles constatent une diminution analogue dans les superficies cultivées.*

*Les cultures industrielles diverses*, dans leur ensemble, sont restées stationnaires.

En revanche le domaine réservé à la betterave sucrière s'est étendu avec une extrême rapidité. Il y a quarante ans cette plante occupait seulement 57,665 hectares ; en 1862 elle en couvrait déjà 136,492 ; pour 1882 l'enquête nous indique le chiffre de 240,465. C'est une augmentation de 100,000 hectares en vingt ans ou de 5,000 hectares par année moyenne. Les rendements s'accroissaient en même temps dans une large mesure et passaient de 273 quintaux en 1840, à 324 en 1866 et à 368 en 1882. Aussi la fabrication du sucre a-t-elle marché dans notre pays à pas de géant ; elle atteint, en 1882, 356 millions de kilogrammes, au lieu de 101 millions en 1860. La production a donc plus que triplé en vingt-deux ans !

*Jardins potagers.* — La culture maraîchère est plus importante par la valeur de ses produits que par l'étendue qu'elle occupe. Celle-ci ne dépasse pas 429,701 hectares, mais en revanche on n'estime pas à moins de 1 milliard de francs la valeur des légumes et fruits récoltés. C'est au voisinage des villes riches et populeuses comme Paris, Marseille, Lyon, etc., que la

1. Ce chiffre présente à la fois la valeur des tubercules destinés à la consommation de l'homme et celle des pommes de terre que les animaux de ferme transforment en lait, viande, etc.

culture maraîchère se montre surtout florissante. Néanmoins la douceur du climat maritime de l'ouest permet aux cultivateurs d'obtenir dans cette région de nombreux et excellents légumes. Les départements de la Manche, de l'Ille-et-Vilaine, de la Loire-Inférieure, comptent chacun près de 10,000 hectares de jardins. Dans le midi la production des légumes et des primeurs se développe chaque jour davantage; le bon marché et la rapidité des transports ouvrent à ces produits des débouchés sans cesse plus étendus et plus lucratifs.

On peut rattacher à la culture maraîchère la production des *graines alimentaires* telles que les pois, les haricots, les lentilles, etc., auxquelles nos agriculteurs consacrent annuellement 344,000 hectares et dont la valeur représente environ 147 millions de francs. Il serait à souhaiter que cette culture, aussi bien que la précédente, prît dans notre pays un plus grand développement. La qualité de notre sol, la variété des climats dont jouissent les différentes régions de la France et l'étendue des débouchés offerts aux produits de nos jardins, soit dans nos villes soit à l'étranger, assureraient sans doute de sérieux bénéfices à nos populations des campagnes. On peut prévoir et espérer que la prochaine enquête agricole nous montrera un mouvement très accentué dans le sens que nous indiquons.

*Les jachères.* — La jachère faisait autrefois partie des procédés habituels de culture, alors que l'insuffisance des engrais et le défaut d'amendements calcaires ne permettaient d'obtenir qu'une ou deux récoltes après lesquelles la terre épuisée devait être longtemps abandonnée à elle-même. Aujourd'hui encore, elle est très usitée dans les parties de la France où le sol est pauvre, et où l'ancien assolement triennal n'a pas été remplacé par la culture continue. Fort souvent aussi on l'emploie pour permettre d'ameublir et de nettoyer par des façons multipliées les terres d'une culture difficile. La jachère est donc à la fois un vestige des anciennes pratiques agricoles et une nécessité ou un procédé recommandable. Elle couvrait, en 1882, 3,643,799 hectares. Les progrès ininterrompus de notre agriculture et les facilités nouvelles que lui donnent l'emploi des engrais chimiques ont contribué à diminuer graduellement depuis 1840 cette étendue improductive.

Voici quelques chiffres instructifs qui montrent bien la transformation des systèmes de culture en France pendant ces quarante dernières années.

TABLEAU VIII. — ÉTENDUE DE JACHÈRES (1840-1882).

| CATÉGORIES. | SUPERFICIE. | | | RAPPORT P. 100 DES JACHÈRES aux terres labourables. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1840. | 1862. | 1882. | 1840. | 1862. | 1882. |
| | Hectares. | Hectares. | Hectares. | P. 100. | P. 100. | P. 100. |
| Jachères........... | 6.763.281 | 5.147.862 | 3.643.799 | 26.67 | 19.37 | 14.01 |
| Terres labourables.. | 25.226.840 | 26.568.621 | 26.017.582 | | | |

De 1840 à 1882 la surface occupée par les jachères a diminué de 3,120,000 hectares, ou de 46 p. 100. Une pareille modification suppose des changements non moins significatifs apportés dans la nature des assolements ; elle nous fait comprendre et prévoir le développement général de notre production agricole.

## V

*Les vignes.* — C'est avec raison que l'avenir de nos vignobles préoccupe tous ceux qui s'intéressent à la prospérité agricole de notre pays. La vigne est la plante précieuse à laquelle de nombreuses régions en France doivent leur richesse, et, on peut le dire, la célébrité de leurs noms. Nos vignobles du Bordelais et de la Bourgogne sont connus du monde entier, et les crus de la Champagne, savamment travaillés et transformés, font l'objet d'un commerce international fort important. On sait aussi quels fléaux sont venus ravager nos vignes, détruire tant d'espérances, causer tant de ruines. Il est donc plus intéressant que jamais de se rendre compte de l'état actuel de nos richesses, de montrer ce qui nous reste sur cette vaste étendue que couvraient nos vignobles aujourd'hui si sérieusement menacés.

Voici les indications que nous fournit l'enquête de 1882 :

TABLEAU IX.

| CATÉGORIES. | | SUPERFICIE | | VALEUR |
|---|---|---|---|---|
| | | TOTALE. | RELATIVE. | TOTALE. |
| | | Hectares. | P. 100. | Millions de fr. |
| Vignes.. | En pleine production...... | 1.777.614 | 80.95 | 991 |
| | Nouvellement plantées.... | 249.329 | 11.35 | 79 |
| | Avec cultures intercalaires. | 169.826 | 7.70 | 65 |
| | Totaux.................. | 2.196.799 | 100.00 | 1.136 |

Depuis 1862 nous n'avons perdu que 124 000 hectares de vignes, et le tableau précédent nous montre que nous en possédons encore plus de 2 millions. Il ne faut pas s'en tenir du reste à ces apparences qui sont trompeuses. Les pertes que nous a infligées le phylloxéra sont en réalité bien plus sensibles, parce qu'une partie des

vignes encore existantes sont attaquées, ou ont été reconstituées à grands frais au moyen de cépages plus résistants.

« Pour donner la mesure de l'intensité du fléau, écrit M. Tisserand, il suffira de dire que près d'*un million* d'hectares ont été détruits jusqu'à ce jour, qu'*un demi-million* d'hectares sont gravement atteints, et que par suite la production du vin a été réduite de moitié. » Voici en effet le montant de nos récoltes en vin de 1874 à 1885.

| | Hectolitres. |
|---|---|
| 1874 | 63.146.000 |
| 1875 | 83.836.000 |
| 1876 | 41.847.000 |
| 1877 | 56.405.000 |
| 1878 | 48.729.000 |
| 1879 | 25.770.000 |
| 1880 | 29.667.000 |
| 1881 | 34.139.000 |
| 1882 | 30.886.000 |
| 1883 | 30.029.000 |
| 1884 | 34.781.000 |

Comme on le voit, la diminution n'est malheureusement que trop réelle et trop manifeste. Il est toutefois permis d'espérer que les efforts persévérants et énergiques de nos viticulteurs réussiront à combattre chaque jour plus efficacement le dangereux parasite ou les autres ennemis de la vigne.

« Malgré ces pertes formidables, dit l'honorable directeur de l'agriculture, le vignoble français reste encore le plus considérable et le plus important du monde entier; il est encore celui qui produit les vins les plus estimés. C'est que le vigneron français s'est montré à la hauteur de son infortune; il a lutté pied à pied contre l'envahisseur, conservant à peu près intacts les meilleurs crus de vins fins.

« Ici, il a eu recours avec succès aux insecticides ou à la submersion pour conserver son vieux et incomparable cépage français; là il est arrivé, à force de patientes recherches et d'énergiques efforts, à reconstituer son vignoble, soit avec des variétés indigènes, soit avec des plants résistant aux piqûres mortelles du phylloxéra, soit enfin au moyen de greffe sur pied résistant. Il est parvenu de la sorte à sauver et à conserver nos cépages les meilleurs et les plus productifs.

« Grâce à de tels efforts, la perte nette du vignoble français se

réduit à 400,000 ou 500,000 hectares et tous les jours de nouveaux vignobles se créent et remplacent ceux qui ont été anéantis. On se reprend à espérer et déjà il est permis d'entrevoir pour le vignoble français la possibilité de reconquérir sa prospérité d'autrefois. »

## VI

*Les bois et forêts.* — Des forêts immenses qui couvraient autrefois la Gaule, il reste sans doute bien peu de chose, mais on ne peut cependant manquer de parler dans une statistique agricole de notre domaine forestier dont l'étendue est de 9,455,225 hectares. C'est là encore une surface considérable, supérieure au sixième de la superficie totale de notre pays, et à ce point de vue, la France occupe le cinquième rang parmi les nations de l'Europe.

Voici comment sont répartis nos bois et forêts entre leurs différents propriétaires, et quelle en est la production annuelle.

TABLEAU X.

| CATÉGORIES. | SUPERFICIE | | PRODUCTION ANNUELLE |
|---|---|---|---|
| | TOTALE. | RELATIVE. | TOTALE. |
| | Hectares. | P. 100. | Mètres cubes. |
| Bois appartenant aux particuliers...... | 6.226.413 | 65.3 | 17.592.373 |
| Bois des départements, communes, établissements publics............... | 2.219.958 | 24.1 | 5.155.830 |
| Bois de l'État....................... | 998.854 | 10.6 | 2.321.937 |
| Totaux et moyennes........... | 9.445.225 | 100.0 | 25.070.140 |

L'étendue de nos bois et forêts s'est accrue notablement depuis 1840 et même depuis 1862.

Dans ces vingt dernières années, et en tenant compte de la perte de l'Alsace-Lorraine, l'augmentation doit être évaluée à 581,000 hectares. On ne peut que se féliciter d'un pareil mouvement dans le sens du reboisement. La culture forestière est la seule qui puisse permettre la mise en valeur de certaines terres humides ou presque stériles auxquelles on ne pourrait sans perte

faire produire des céréales. Tout le monde sait en outre quels services ont rendus, au point de vue de l'assainissement du sol et de la salubrité du climat, les plantations de la Sologne. L'exploitation des pins dans le département des Landes a doublé en trente ans la valeur du sol. De pareils exemples nous dispensent de plus longs développements. Ajoutons seulement que la production totale de nos forêts est évaluée en 1882 à 334 millions de francs.

*Les cultures arborescentes.* — On comprend sous ce nom les arbres tels que l'olivier, le noyer, le hêtre, l'amandier, dont les fruits sont surtout employés pour la fabrication de l'huile. Enfin il faut ajouter à cette liste tous les arbres de nos vergers, depuis le poirier et le pommier jusqu'à l'oranger et au citronnier de la Provence. Cette admirable variété est un des caractères de notre production agricole; elle résulte de la diversité des climats sous lesquels vivent et fructifient tant de plantes différentes.

Quand on étudie ces cultures si variées, la France nous apparaît comme un abrégé de l'Europe, comme un assemblage différent de toutes les diversités.

L'olivier, cet arbre de l'Italie et de l'Espagne, occupe dans notre pays 125,427 hectares, produit près de *deux millions* d'hectolitres de fruits et *cent vingt-huit mille* hectolitres d'huile.

On estime les valeurs réelles de ces produits à 50 millions de francs. Dans leur ensemble les cultures oléagineuses produisent un revenu de 87 millions; celui des vergers est plus considérable encore; 25 millions d'hectolitres de fruits représentent une valeur de 140 millions de francs. Les pommiers et poiriers à eux seuls figurent dans ce total pour près de 92 millions.

Les termes de comparaison nous font malheureusement défaut, et nous ne pouvons apprécier avec certitude les progrès réalisés dans ce genre de culture depuis vingt ans.

En s'appuyant sur les renseignements recueillis en 1873, M. Tisserand croit cependant pouvoir signaler un développement sensible de cette branche de notre production agricole. Il serait à souhaiter que nos exportations devinssent beaucoup plus considérables. Elles atteignaient à peine 43 millions de francs en 1883. Nos fruits frais ou confits jouissent cependant d'une grande réputation. Pour accroître notre commerce avec l'étranger nous devons imiter les États-Unis et en particulier le Canada dont les produits en ce genre nous font une sérieuse concurrence sur les marchés anglais.

## VII. — CONCLUSION

Nous venons de passer successivement en revue les divisions du territoire agricole de la France; nous avons indiqué pour chacune la surface qui lui est consacrée, l'importance et la valeur des récoltes qu'elle peut fournir. Nous nous sommes enfin efforcé de trouver dans le passé des termes de comparaison pour montrer les changements qui se sont produits dans la répartition des cultures et dans la productivité de notre sol.

Il est visible que, depuis 1862, de nombreux et importants progrès on été réalisés. Sans rien perdre de sa puissance, notre agriculture s'est heureusement modifiée. Le domaine réservé aux céréales a conservé, malgré certaines réductions presque insignifiantes, une étendue considérable qui nous assure pour longtemps encore les ressources les plus abondantes et les plus variées. Non seulement la concurrence des pays neufs n'a pas fait réduire nos emblavures et diminué la puissance de notre production, mais nos agriculteurs ont su au contraire l'accroître graduellement en élevant leurs rendements et en mettant à profit dans ce but les enseignements de la science et d'une pratique éclairée.

Sur nos plus mauvaises terres la culture forestière permet d'obtenir des produits estimés et rémunérateurs; ailleurs, grâce à l'emploi des engrais industriels et des amendements judicieusement choisis, on a pu restreindre l'étendue des jachères, accroître le domaine réservé aux meilleures céréales ou défricher avec profit des landes abandonnées depuis des siècles comme improductives.

L'extension des prairies artificielles et des cultures fourragères en général nous fait prévoir d'importantes augmentations dans le nombre, le poids et la valeur des animaux domestiques. Nos vignobles ravagés sont peu à peu reconstitués, grâce au zèle des savants, grâce au patient et infatigable labeur des propriétaires et des vignerons.

En un mot l'enquête de 1882 nous révèle partout le progrès et la vie.

L'étude comparative de nos cultures et de celles des principales nations de l'Europe nous montre cependant combien il serait dangereux de nous tenir pour satisfaits du présent sans chercher à faire mieux encore. Les rendements de nos céréales et en parti-

culier celui du froment peuvent être de beaucoup accrus. Nos prairies mieux aménagées et mieux arrosées peuvent devenir plus productives.

Une partie de notre territoire non cultivé peut être boisée, ou défrichée avec prudence.

Les produits de nos jardins et de nos cultures arborescentes doivent être accrus et peuvent devenir une source nouvelle de richesses sans cesse renaissantes.

Il faut donc aller toujours de l'avant, redoubler d'efforts et d'énergie au milieu de la crise qui frappe si rudement aujourd'hui l'agriculture de l'Europe entière; la victoire sera aux plus laborieux et aux plus patients. S'arrêter dans la voie du progrès, ce serait faire un pas en arrière.

Avant de terminer ce chapitre, nous croyons intéressant d'indiquer la valeur de notre production agricole d'origine végétale, et de rappeler en même temps l'importance relative des éléments qui la composent. Les chiffres suivants sont empruntés au document officiel que nous avons sous les yeux.

PRODUIT DES CULTURES (1882).

| | Millions de francs. |
|---|---|
| Céréales { Grains | 4.081 |
| Céréales { Paille | 1.294 |
| Pommes de terre | 648 |
| Grains alimentaires autres que les céréales | 148 |
| Fourrages annuels et prairies artificielles | 1.365 |
| Produits des prairies naturelles et pâtures | 1.036 |
| — des cultures industrielles | 358 |
| — des vignes | 1.137 |
| — des jardins maraîchers | 902 |
| — des cultures arborescentes | 199 |
| — des bois et forêts | 334 |
| Total | 11.502 |

Ce chiffre de *11 milliards* 502 millions de francs ne représente pas en réalité le produit brut de nos cultures. Il faut en déduire les semences qui font partie du capital d'exploitation et sont de véritables moyens de production, puis la valeur des fourrages et des grains consommés par les animaux de la ferme, dont les produits en viande, lait, etc., etc... figurent dans un relevé spécial. Il y a près d'un siècle Lavoisier, dans son beau travail sur le revenu

territorial de la France, avait déjà établi ces distinctions qu'on ne saurait négliger sans commettre les plus graves erreurs.

M. Tisserand évalue les semences à 506 millions et les aliments consommés par les animaux à 3 milliards 850 millions de francs, soit, en tout, 4 milliards 356 millions à déduire.

Il reste donc, comme *produit brut réel* d'origine végétale, 7 *milliards* 146 millions de francs[1].

En 1862 la production végétale, évaluée selon les mêmes règles, pouvait s'élever, d'après M. Tisserand, à 5 milliards 201 millions de francs. En vingt ans, le produit brut de nos cultures se serait donc accru de 2 milliards !

C'est avec une bien légitime satisfaction que nous pouvons *citer* de pareils chiffres.

### LES ANIMAUX DOMESTIQUES.

Nous avons vu plus haut combien était considérable l'étendue occupée par les cultures fourragères ; le nombre des animaux domestiques doit évidemment être en rapport avec cette surface et les récoltes qu'elle peut porter.

Il existait en effet dans notre pays en 1882 plus de 49 millions d'animaux ainsi répartis par espèce (tableau XI).

La première colonne de ce tableau ne nous renseigne que sur le nombre des existences, et c'est là, il faut l'avouer, une donnée insuffisante. Les différences de taille sont trop marquées et trop bien connues, entre des animaux de races différentes, pour qu'on puisse se contenter de ces renseignements.

L'enquête de 1882 a comblé une lacune regrettable, en nous fournissant, d'après les relevés des commissions cantonales, le poids vif correspondant à chaque catégorie recensée. On se rend bien compte ainsi de l'importance relative des différentes espèces d'animaux. Les bovidés représentent à eux seuls plus de la moitié du poids total ; 3,651,000 tonnes, sur 6,240,000. Viennent ensuite les

1. Rien n'est plus difficile que d'estimer exactement la valeur des fourrages, grains, racines, etc., consommés dans la ferme par le bétail. Nous nous bornons à reproduire les chiffres indiqués par M. Tisserand. Mais nous ignorons en particulier si ce dernier a déduit du *produit brut apparent* la valeur des pommes de terre destinées à l'alimentation des animaux. Il pourrait se faire qu'on dût réduire de ce chef le montant du *produit brut réel*, indiqué plus haut.

chevaux (1,172,000 tonnes), puis les moutons, es porcs, et enfin les mulets, ânes et chèvres.

Au point de vue du nombre des existences nous occupons le second rang parmi les nations de l'Europe occidentale. Le Royaume-Uni, la Belgique, la Hollande, l'Autriche-Hongrie, l'Italie et l'Espagne, nous sont inférieurs. L'Allemagne seule possède environ 50 millions d'animaux domestiques, et l'emporte par conséquent sur nous avec une différence en sa faveur de moins d'un million de têtes.

TABLEAU XI.

| ESPÈCES. | NOMBRE au 30 novembre 1882. | VALEUR TOTALE. | POIDS TOTAL. |
|---|---|---|---|
| | Têtes. | Milliers de francs. | Tonnes. |
| Chevaline.... ........... | 2.837.952 | 1.361.372 | 1.172.949 |
| Mulassière................ | 250.673 | 107.161 | 77.180 |
| Asine.................... | 395.833 | 47.766 | 59.838 |
| Bovine.................. | 12.996.984 | 3.086.443 | 3.651.251 |
| Ovine.................. | 23.809.433 | 571.924 | 645.795 |
| Porcine......... ........ | 7.146.996 | 573.015 | 587.304 |
| Caprine................ | 1.851.134 | 30.760 | 46.114 |
| Totaux........... | 49.289.005 | 5.775.441 | 6.240.431 |

Mais ce qu'il est intéressant avant tout d'étudier, ce sont les changements survenus dans le nombre et le poids de nos animaux de ferme, depuis vingt ou quarante ans. Ces variations nous fournissent des termes de comparaison pour apprécier les progrès de l'élevage. En déduisant avec soin les contingents relatifs à l'Alsace-Lorraine, pour 1862, voici les chiffres que l'on peut mettre en parallèle (tableau XII).

Ce tableau nous fait voir qu'il s'est produit une diminution notable dans le nombre des ovidés et des mulets, mais au contraire un accroissement très sensible dans celui des bovidés, des chevaux et des porcs. Si l'on calcule séparément, d'après les données fournies par l'enquête, le poids des excédents d'effectifs et celui des

diminutions, on trouve qu'en définitive l'accroissement du poids vif de nos animaux domestiques a été, en vingt ans, de 146,780,000 kilogrammes. C'est le chiffre qu'indique M. Tisserand. Il y a donc eu en somme progrès, et même un progrès très marqué.

On s'est beaucoup ému depuis quelques années, dans le monde agricole, de la diminution du nombre des ovidés, et la réduction que nous avons relevée nous-mêmes plus haut dans le total des existences (5,417,000 têtes) pourrait donner lieu à de vives appréhensions.

Il ne faut pas oublier qu'elle est compensée à la fois par l'accroissement du poids vif de chaque animal et par la précocité des races.

TABLEAU XII.

| ESPÈCES. | EXISTENCES en 1862 (chiffres rectifiés). | EXISTENCES en 1882. | DIFFÉRENCES. |
|---|---|---|---|
| | Têtes. | Têtes. | |
| Chevaline | 2.774.432 | 2.837.952 | 63.520 |
| Bovine | 12.368.331 | 12.997.054 | 628.723 |
| Ovine | 29.226.786 | 23.809.433 | — 5.417.353 |
| Porcine | 5.811.974 | 7.146.996 | 1.335.022 |
| Mulassière | 330.987 | 250.673 | — 80.314 |

Bien loin d'être à nos yeux un signe de malaise et de crise, la décroissance du nombre des moutons prouve, au contraire, les progrès de notre agriculture, et s'explique par la réduction des surfaces incultes et des jachères. Ainsi que nous le faisions observer il y a deux ans déjà[1], on peut signaler dans presque toute l'Europe le phénomène important que constate l'enquête nouvelle, c'est-à-dire la diminution du nombre des ovidés. L'augmentation simultanée des existences dans nos troupeaux de bovidés suffit en outre à montrer qu'il s'agit d'une substitution dans l'espèce des animaux exploités, et non d'une conséquence de la crise dont nous subissons les effets depuis dix ans.

1. Voir notre Étude sur la diminution du nombre des ovidés, *Ann. agron.*, 1885.

Voici du reste un tableau fort intéressant qui nous prouve combien les faits que nous signalons pour la France sont généraux en Europe.

TABLEAU XIII.

| PAYS. | DIMINUTIONS OU AUGMENTATIONS RELATIVES DES EFFECTIFS DANS L'INTERVALLE DES DEUX DERNIERS RECENSEMENTS. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Chevaux. | Bovidés. | Ovidés. | Porcs. |
| | P. 100. | P. 100. | P. 100. | P. 100. |
| FRANCE | **2.29** | **5.08** | **— 18.54** | **22.97** |
| Iles-Britanniques | 4.88 | 10.80 | — 16.90 | 13.19 |
| Belgique | — 3.95 | 11.20 | — 37.62 | 2.22 |
| Allemagne | 5.08 | 0.06 | — 23.24 | 29.22 |
| Autriche | 5.68 | 15.65 | — 23.57 | 6.65 |
| Hongrie | — 3.72 | — 12.91 | — 34.74 | 8.11 |
| Italie | 38.08 | 35.62 | 18.13 | — 27.22 |
| Russie | 28.21 | 11.38 | 4.88 | 1.73 |
| Danemark | — 1.43 | 23.14 | — 17.41 | 38.16 |
| Hollande | 11.51 | 14.06 | — 13 94 | 49.16 |

Sauf en Italie et en Russie, le nombre des ovidés a partout diminué, et l'on doit même remarquer que nous sommes une des nations chez lesquelles cette réduction a été la moins sensible. L'augmentation des bœufs, des chevaux et des porcs, est au contraire un phénomène *général*. Ceci nous prouve que partout aussi les transformations des systèmes de culture, et l'influence toute-puissante de la concurrence ont produit les mêmes résultats.

*Revenus et produits.* — On a l'habitude de compter parmi les revenus et produits des animaux le *travail* et le *fumier*.

Nous ne saurions admettre un seul instant cette théorie qui nous paraît reposer sur une erreur de comptabilité, et une analyse inexacte des faits.

Le travail des animaux de trait, aussi bien que le fumier, ne sont que *des moyens de production;* leur valeur, qu'on ne saurait déterminer avec précision, se retrouve dans le prix des denrées végé-

tales qu'ils ont servi à produire; les ranger parmi les revenus de l'agriculture serait aussi bizarre que de compter comme un produit dans une usine, le travail des machines et les résidus de fabrication indispensables pour la confection des marchandises nouvelles. Il est évident, au contraire, que le seul produit méritant réellement ce nom est constitué par les denrées destinées à la consommation du personnel ou à la vente.

En ce qui concerne les chevaux, on ne doit considérer comme produits que les animaux vendus pour servir aux usages du commerce, de l'industrie, etc., etc. — Pour l'espèce bovine les revenus de l'agriculteur se composent du lait et de ses dérivés, de la viande et du croît, c'est-à-dire de veaux abattus pour la consommation.

L'espèce ovine fournit deux sortes de produits : de la laine et de la viande.

C'est tout à fait exceptionnellement que le lait des brebis est employé à la production des fromages. En se guidant d'après les mêmes principes, on peut aisément déterminer quels sont les véritables produits des autres espèces dont nous ne parlons pas en ce moment.

Pour apprécier exactement la somme des valeurs créées dans la France entière considérée comme une immense exploitation agricole, il est clair qu'il faut également ajouter aux produits le montant général de nos exportations en *animaux de boucherie*, et déduire, au contraire, nos importations qui viennent artificiellement grossir la quantité des viandes dont la statistique officielle a pour mission de constater la consommation.

En tenant compte de ces différentes observations voici comment on peut évaluer le *produit brut réel* d'origine animale (tabl. XIV).

On peut remarquer que dans ce tableau les chevaux ne figurent à aucun titre.

C'est évidemment une lacune regrettable. Si faible que soit la consommation de la viande de cheval, elle mérite tout au moins d'être mentionnée, et surtout il importerait de connaître le montant des ventes faites par les agriculteurs aux industries si diverses qui emploient des chevaux. La cavalerie de l'armée, celle des voitures publiques, et enfin les animaux de luxe n'ont pas été recensés en 1882, et l'on se ferait une idée très incomplète et par conséquent très fausse des richesses de notre pays à cet égard si l'on s'en tenait aux chiffres que nous avons indiqués plus haut.

En 1848 M. Léonce de Lavergne portait à 400,000 le nombre des chevaux, ânes et mulets de plus de trois ans, vendus annuellement par nos agriculteurs.

Il n'est pas déraisonnable de supposer que ce nombre, qui nous paraît du reste fort élevé, est resté le même.

Tout le monde sait, en effet, que, loin de diminuer l'importance des transports sur les routes, nos chemins de fer ont au contraire contribué à l'accroître.

TABLEAU XIV. — PRODUIT BRUT D'ORIGINE ANIMALE.

| ESPÈCES. | ANIMAUX FRANÇAIS DE BOUCHERIE ET D'EXPORTATION. | | LAIT. — Valeur. | LAINE. — Valeur. | ANIMAUX de basse-cour et œufs. | COCONS — Valeur. | MIEL et cire. — Valeur. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nombre. | Valeur. | | | | | |
| | Têtes. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Bovine | 5.299.948 | 968.902 | 1.157.474 | | | | |
| Ovine, Caprine | 7.683.436 | 183.680 | Mémoire. | 77.045 | | | |
| Porcine | 4.007.565 | 481.812 | ....... | | | | |
| Animaux de basse-cour. | ....... | ....... | ....... | ...... | 319.387 | | |
| Vers à soie | ....... | ....... | ....... | ...... | ...... | 41.003 | |
| Abeilles | ....... | ....... | ....... | ...... | ...... | ...... | 19.914 |
| Totaux | ....... | 1.634.394 | 1.157.474 | 77.045 | 319.387 | 41.003 | 19.914 |

*Total général du produit brut d'origine animale.* **3.249.214.000**

M. de Lavergne évaluait aussi à 80 millions de francs le produit total des ventes annuelles dont nous venons de parler. Cette somme correspondait à une moyenne de 200 francs par tête d'animal. Les prix se sont beaucoup élevés depuis 1848, et il nous paraît possible de porter cette moyenne à 300 francs, sans exagération; il en résulterait un produit de 120 millions de francs, qu'il convient d'ajouter aux autres valeurs déjà mentionnées. Ce chiffre n'a rien d'excessif si l'on songe au développement considérable des transports urbains, et à l'accroissement des effectifs de notre armée, depuis trente ans.

*Comparaisons avec les enquêtes antérieures.* — Comparé au produit brut d'origine animale, tel qu'il nous est indiqué par la statistique de 1862, celui de 1882 présente une diminution de 50 millions environ. Cet écart fort surprenant à coup sûr s'explique par l'évidente exagération de certaines estimations faites il y a vingt ans, notamment en ce qui concerne la valeur du lait produit par les vaches et les chèvres. Il existe de ce chef une différence de plus de 500 millions entre les nombres figurant dans les deux enquêtes : 1748 millions de francs en 1862, et 1157 millions en 1882. L'accroissement très sensible (628,000 têtes) du nombre des bovidés, dans cet intervalle, rend un pareil écart tout à fait incompréhensible.

Quant à la production en viande, voici un tableau comparatif qui peut nous fournir d'intéressantes indications :

TABLEAU XV. — ANIMAUX FRANÇAIS ABATTUS ET EXPORTÉS.

| ANIMAUX. | ABATTUS ET EXPORTÉS. | | DIFFÉRENCES. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1862. | 1882. | Absolues. | Relatives. |
| | Têtes. | Têtes. | | P. 100. |
| Bœufs, vaches, taureaux. | 1.496.137 | 2.059.076 | 562.939 | 23 |
| Veaux... ......... . ... | 3.328.231 | 3.240.872 | — 87.359 | — 3 |
| Moutons et brebis....... | 5.182.277 | 5.280.961 | 98.684 | 2 |
| Agneaux et chevreaux.. | 1.286.661 | 2.279.808 | 993.147 | 77 |
| Porcs.. ............... | 4.273.349 | 3.978.644 | — 294.705 | — 7 |

CONCLUSION.

Il ressort des tableaux publiés par l'enquête agricole de 1882, que nos effectifs d'animaux domestiques se sont accrus à la fois en nombre et en poids. La diminution relative à l'espèce ovine est largement compensée par l'augmentation qui se rapporte aux autres catégories d'animaux. Il est donc impossible d'accuser la concurrence étrangère, d'avoir, jusqu'à cette date tout au moins, découragé nos agriculteurs en restreignant leurs débouchés.

Telle est, en quelques lignes, la conclusion que nous pouvons tirer de l'étude des faits, et l'on doit, il nous semble, répéter à propos des animaux domestiques ce que nous disions plus haut à propos des cultures.

L'enquête de 1882, malgré les incertitudes qui pèsent sur certaines évaluations, nous révèle un progrès marqué, elle atteste la puissance, la vitalité de notre production agricole, et nous permet d'espérer pour l'avenir un nouveau pas en avant.

Il serait à souhaiter que dans quelques années, lorsqu'on procédera à des recherches nouvelles sur l'état de nos richesses agricoles, on nous donnât des renseignements plus précis sur une branche de la production animale dont nous n'avons pu apprécier l'importance que d'une façon insuffisante.

Nous voulons parler de l'élevage du cheval. On doit sans doute considérer comme difficile de savoir quel est le nombre et la valeur des animaux employés à d'autres travaux qu'à ceux des champs; et surtout de déterminer le produit que l'agriculture en obtient annuellement. La tâche cependant n'est pas impossible ; elle mérite en tout cas d'être entreprise.

## ÉCONOMIE RURALE.

La troisième partie de l'enquête agricole est consacrée aux faits qui sont du domaine de l'économie rurale, c'est-à-dire à ceux qui concernent la division de la propriété et de la culture, la nature et l'importance relative des différents groupes entre lesquels se répartissent les agriculteurs, le taux des salaires, la valeur locative du sol, etc., etc. Ces diverses questions ont été étudiées par M. Tisserand avec de grands développements et une rare sûreté de jugement. Il est impossible de résumer en quelques pages une œuvre de cette importance. Nous allons nous contenter d'établir, grâce aux documents qui nous sont fournis, le produit brut total de l'agriculture française; nous indiquerons ensuite la façon dont il se répartit; et enfin nous chercherons à montrer comment il s'est accru depuis vingt ou trente ans. Ces quelques pages contiendront ainsi le résumé et la conclusion de toutes celles qui les précèdent[1].

1. On peut lire sur ce sujet une intéressante et substantielle étude publiée il y a

## I

En déduisant du total de notre production végétale tout ce qui doit être considéré comme un élément du capital d'exploitation, ou une matière destinée à des transformations ultérieures, on obtient, avons-nous dit, le chiffre de *sept milliards* 146 *millions de francs*.

Le produit brut d'origine animale établi d'après les mêmes principes s'élève à *trois milliards* 249 *millions*.

A cette somme il convient d'ajouter le montant des ventes annuelles de chevaux, ânes et mulets, employés par le commerce, l'industrie ou les particuliers, soit environ : 120 *millions de francs*.

Le produit brut total de l'agriculture française peut donc être évalué sans exagération, ni doubles emplois, à DIX MILLIARDS, 515 MILLIONS DE FRANCS [1].

D'un autre côté, le territoire cultivable de notre pays étant de 50 millions d'hectares en chiffres ronds, le produit correspond à un rendement brut de 210 francs par hectare. C'est là un maximum; et nous doutons que ce chiffre soit au-dessous de la vérité. Il est double de celui que M. Léonce de Lavergne avait adopté en 1848, et nous ne saurions aisément admettre que la production agricole ait augmenté de plus de 100 p. 100 en moins de quarante ans.

## II

Voici maintenant comment on peut répartir le produit que nous venons d'évaluer. Les chiffres suivants sont ceux qu'a cru devoir adopter M. Tisserand.

quelques années par M. P.-C. Dubost (*Ann. agron.*, t. II, 1876). Notre ancien et très estimé professeur indique en particulier avec autant de raison que de talent les principes qui doivent servir de base pour des recherches de cette nature. Depuis 1876 la production agricole de la France s'est développée, et il nous paraît probable que certaines évaluations de M. Dubost, fort exactes sans doute à cette époque, doivent être considérées aujourd'hui comme trop faibles.

1. Ce total diffère de celui qui est indiqué dans l'enquête; d'une part, en effet, nous avons ajouté 150 millions pour le produit des chevaux, ânes et mulets; d'autre part nous avons retranché 3017 millions représentant le *travail des animaux*. Cet élément ne doit pas, selon nous, figurer dans le produit brut.

RÉPARTITION DU PRODUIT BRUT DE L'AGRICULTURE FRANÇAISE.

| | | Millions de francs. |
|---|---|---|
| Part du propriétaire | | 2.645 |
| Gages, salaires, rémunérations | | 4.150 |
| Intérêts à 5 p. 100 du capital d'exploitation | | 427 |
| Frais accessoires | | 1.470 |
| Impôts | Impôt foncier (principal) | 119 |
| | Impôt (centimes additionnels) | 119 |
| | Prestations | 59 |
| | Impôts indirects (part de la culture) | 300 |
| Bénéfices de l'exploitant[1] | | 1.226 |
| | Total | 10.515 |

En rapportant à l'hectare ces différents chiffres on obtient les résultats suivants :

RÉPARTITION DU PRODUIT BRUT MOYEN DE L'HECTARE (1882).

| | Fr. |
|---|---|
| Rente du propriétaire | 52.90 |
| Gages, salaires, etc | 83.00 |
| Intérêts du capital d'exploitation | 8.54 |
| Frais accessoires | 29.40 |
| Impôts (total) | 11.94 |
| Bénéfices de l'exploitant | 25.12 |
| Total | 210.90 |

Ce tableau nous paraît exact dans ses traits principaux, et la compétence bien connue de M. Tisserand nous est un sûr garant du soin avec lequel chacun des éléments qui y figure a été étudié et apprécié. Il est cependant un point sur lequel nous croyons devoir faire quelques réserves. Les impôts considérés comme une charge *de l'agriculture*, sont évalués à 600 millions en chiffres ronds : soit 300 millions pour les contributions directes, et 300 millions pour les taxes indirectes de toute nature.

Ces chiffres nous paraissent trop faibles, et le détail des charges imposées aux agriculteurs ou propriétaires nous semble incomplet. En premier lieu, nous ne voyons figurer, parmi les impôts directs, ni la contribution personnelle mobilière, ni celle des portes et fenêtres. — Certes, il serait déraisonnable de supposer que la plus grande partie de ces impôts est acquittée par les popu-

1. M. Tisserand indique le chiffre de 1155 millions.

lations des campagnes. La contribution mobilière varie avec l'importance des loyers, et c'est évidemment dans les villes que la valeur locative des maisons s'élève à un chiffre relativement considérable.

L'impôt des portes et fenêtres est également plus productif dans les agglomérations un peu importantes que dans les villages, puisqu'on tient compte, lors de la répartition, du nombre des ouvertures de chaque maison, et de celui des habitants.

En outre, la population agricole ne représentant pas tout à fait *la moitié* de la population totale de la France, on peut admettre que l'agriculture supporte seulement le tiers des impôts directs dont nous venons de parler, soit, avec les centimes additionnels de toute nature, 45 millions pour la contribution personnelle mobilière, et 26 millions pour celle des portes et fenêtres[1]. Le total des impôts directs à la charge de la culture serait donc 368 millions de francs environ.

Il est également incontestable que les agriculteurs ou propriétaires fermiers des campagnes acquittent des droits d'enregistrement et de timbre, une part des droits sur les boissons, et une fraction des impôts indirects qui frappent les huiles, le sel, les transports, la vente du tabac, etc., etc., etc...

M. Leroy-Beaulieu[2] pense que l'on peut évaluer de la façon suivante les charges imposées de ce fait à l'industrie agricole :

| | Millions. |
|---|---|
| Droits d'enregistrement et de timbre | 197 |
| Droits sur les boissons | 65 |
| Impôts indirects | 200 |
| Total | 462 |

Si nous reprenons maintenant une à une les différentes charges que nous avons évaluées, nous pouvons dresser le tableau suivant :

CHARGES DE L'AGRICULTURE.

1° *Impôts directs :*

| | Millions. |
|---|---|
| Impôt foncier (centimes additionnels compris) | 238 |
| Prestations | 59 |
| Impôt des portes et fenêtres | 26 |
| Impôt personnel et mobilier | 45 |
| Total des impôts directs | 368 |

1. Ces chiffres sont ceux qui figurent au budget de 1887.

2. Voir l'*Economiste français*, n[os] des 29 mars-5 avril 1879.

2° *Impôts indirects :*

| | |
|---|---|
| Droits d'enregistrement et de timbre | 197 |
| Droits sur les boissons | 65 |
| Autres impôts indirects | 200 |
| Total des impôts indirects | 462 |

*Total général des charges*.................. 820 millions

Il ne faut pas oublier que ce chiffre considérable représente le montant des impôts acquittés *par les* 18 *millions de personnes qui composent la population agricole.* Ce serait en particulier tomber dans une profonde erreur que de rapprocher ce total général de la valeur locative des propriétés non bâties, et d'en conclure que celles-ci payent sous forme d'impôts près du *tiers* de leur revenu. Les charges, fort lourdes assurément, mais en tout cas supportables que nous avons énumérées, viennent diminuer en même temps les profits des agriculteurs et les revenus des propriétaires; mais il est inexact de prétendre que ces derniers les supportent à eux seuls tout entières. Comparé au produit brut agricole qui peut être évalué à 10 *milliards* 515 *millions*, le montant des impôts supportés par la culture, *n'en représente pas le dixième.* Si considérables que puissent paraître les nombres absolus, considérés isolément, on voit cependant que cette proportion n'est pas excessive.

## III

Dans son beau livre sur l'*Économie rurale de l'Angleterre,* Léonce de Lavergne, évaluant le produit brut de l'agriculture française vers 1848, le portait à 5 *milliards;* et en 1871 lorsque parut la dernière édition de son *Essai sur l'Économie rurale de la France*, le même auteur admettait que la valeur de notre production agricole avait dû atteindre 7 *milliards* 500 millions.

Nous venons de montrer qu'on pouvait, en 1882, ajouter encore sans exagération 3 *milliards* à ce dernier chiffre. Le produit brut de notre agriculture a donc doublé depuis 1848, et augmenté de 40 p. 100, depuis 1871 jusqu'à nos jours!

Cette progression si rapide et si remarquable est due sans doute pour une large part aux progrès de l'industrie agricole, à la diminution des jachères, à l'augmentation des rendements, au développement de l'élevage, en un mot à l'accroissement de la quantité des

produits obtenus. Elle est intimement liée aux merveilleuses transformations des moyens de transport, à l'activité du commerce, et au magnifique essor de l'industrie depuis 1848; mais il ne faut pas oublier qu'elle résulte aussi de l'augmentation générale des prix.

Ceux-ci se sont élevés d'une façon soudaine à partir de 1850, et ce phénomène a eu naturellement pour effet de grossir le montant des valeurs que représente la production agricole.

Nous assistons aujourd'hui à une baisse très générale des prix, baisse qui provoque parfois les plus vives souffrances. Il ne faudrait donc pas s'étonner si, dans dix ans, lorsqu'une nouvelle enquête permettra de mesurer l'accroissement du produit brut de l'agriculture, nous constations une progression moins rapide durant cette période que pendant celle qui l'a précédée.

Il n'en est pas moins vrai qu'on ne saurait sans faiblesse et sans injustice douter aujourd'hui de la puissante vitalité de notre industrie agricole. Les signes de progrès sont manifestes, nous l'avons montré. L'activité, l'esprit d'épargne et de travail de nos populations des campagnes, le développement de l'enseignement et de l'instruction agricole sont autant de gages assurés de succès pour plus tard.

Ce sera, il nous semble, une heureuse conséquence des recherches entreprises en 1882, que de nous avoir appris à ne pas désespérer de l'avenir, en nous montrant les résultats heureux et féconds des efforts accomplis dans le passé.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**Sur le rôle de la gaine cellulaire dite amylacée**, par M. H. Heine[1]. — L'écorce proprement dite est limitée en dedans par une assise de cellules à laquelle est resté définitivement le nom d'endoderme et qui est fort importante au point de vue de l'anatomie morphologique. Tantôt cette assise entoure complètement tout l'ensemble des faisceaux, se plaquant sur la partie libérienne de ceux-ci, et passant d'un faisceau à l'autre à travers les rayons médullaires primaires; tantôt elle est interrompue en face des rayons médullaires, tantôt enfin elle entoure chacun des faisceaux, sans compter certaines dispositions plus rares. De quelque manière qu'elle se comporte à cet égard, elle peut se présenter sous deux formes physiologiquement distinctes, sous celle qui porte plus spécialement le nom d'endoderme, caractérisée par la subérification au moins partielle des parois radiales et horizontales et par les plisse-

1. *Landwirthsch. Vers.-Stat.*, XXXV, p. 161-193.

ments qui, d'après M. Schwendener ne sont que la conséquence de cette subérification, ou par l'épaississement partiel ou total de ses parois, ensuite sous la forme d'une assise de cellules peu différentes de celles de l'écorce, mais exactement unies entre elles et remarquables par la persistance de petits grains d'amidon qui lui ont fait donner, par M. Sachs, le nom de *gaine amylacée.*

On a vu dans le numéro précédent des *Annales agronomiques* que M. de Vries fait jouer un rôle particulier à l'endoderme se présentant sous la première de ces formes[1]. Quant à la forme de couche ou de gaine amylacée, M. Sachs, d'abord avec une certaine réserve, ensuite plus franchement, lui attribue un rôle important dans la migration des hydrates de carbone, et M. Schimper, dont nous avons analysé les travaux ici même, partage cet avis.

Nous ne voulons pas entrer ici dans de plus longs développements sur les fonctions exactes qu'on a attribuées à cette assise amylacée, ni sur les formes de passage qui la rattachent à l'endoderme proprement dit.

M Heine se propose de rechercher si la gaine amylacée de M. Sachs est bien réellement un organe chargé spécialement de conduire les hydrates de carbone, si, en d'autres termes, l'opinion qui s'est accréditée peu à peu, sans aucune preuve directe, est exacte.

Il s'agit d'abord de voir jusqu'à quel point cette gaine constitue une voie pour le transport de l'amidon.

Lorsqu'on étudie dans de jeunes haricots, les tissus arrivés à leur plein développement, on ne trouve pas d'amidon dans les cellules parenchymateuses adultes, mais on y rencontre des sucres réducteurs, surtout dans la moelle, moins dans l'écorce. La gaine amylacée, au contraire, renferme toujours de l'amidon, couché sur les parois transversales inférieures, au fond des cellules, et tellement mobile qu'on le fait changer de place en couchant ou en retournant la plante : l'amidon, sollicité par la pesanteur, va toujours au fond. Sous ce rapport les cellules en question se distinguent très nettement des cellules de l'écorce dans lesquelles les grains amylacés sont irrégulièrement distribués au sein du plasma et peuvent s'accumuler jusqu'à remplir presque complètement les cellules, tandis que le nombre des grains est toujours très limité dans les cellules de la gaine amylacée, même en cas de pléthore amylacée anormale.

Les grains qui se développent dans la jeune gaine amylacée sont d'abord très petits, grossissent peu à peu, pour atteindre dans les cellules adultes un diamètre à peu près constant de 5-6 $\mu$, grosseur qu'ils conservent pendant un temps assez long, au bout duquel ils se dissolvent et ne laissent que les plastides vidés.

Les mêmes faits ont été observés avec quelques variantes de faible importance chez le maïs.

Chez l'une et l'autre espèce, la gaine amylacée ne renferme plus d'amidon dans les parties de la racine qui ont achevé leur élongation, sauf chez le haricot dans la partie basilaire, épaissie en forme de navet.

Voilà donc, en résumé, les constatations faites sur les plantes intactes.

Les expériences suivantes vont nous prouver clairement que la gaine amylacée est loin d'être la voie destinée au transport des hydrates de carbone.

1. Voyez p. 428.

Etant donné un canal qui amène les produits vers les organes où ils doivent être dépensés, si on supprime les organes, les matériaux doivent s'accumuler dans le canal. Une jeune plante de haricot d'Espagne reçoit les hydrates de carbone de la graine; si nous décapitons la plante, soit au-dessus, soit au-dessous des deux feuilles primordiales, l'amidon, ne pouvant pas s'écouler dans les organes en voie de formation, va s'accumuler dans les voies qu'il suit et il nous sera par conséquent facile de voir quelle est cette voie. Eh bien, dans aucun cas l'amidon de la gaine n'a augmenté, ni quant au nombre ni quant au volume des grains; en revanche les cellules parenchymateuses de la moelle de l'écorce, et même des rayons médullaires, accumulent des quantités notables d'amidon, qui disparaît peu à peu, si bien qu'en 3-4 semaines ni les tiges ni les cotylédons n'en renferment plus. La gaine elle-même perd son amidon dans ce cas.

Coupons maintenant le canal lui-même en enlevant un anneau d'écorce de quelques millimètres de large et assez profond pour que la gaine amylacée soit interrompue. La plante ainsi mutilée est attachée à un tuteur et cultivée sous cloche. Elle continue à s'accroître presque aussi vite que les témoins laissés intacts, allonge ses entrenœuds et augmente l'étendue de ses feuilles. L'étude microscopique a démontré que la gaine amylacée n'a aucunement changé, qu'elle est bien développée et pourvue d'amidon dans les parties nouvellement formées, que la quantité d'amidon n'avait pas diminué au-dessus de l'interruption et qu'elle n'avait pas augmenté au-dessous.

M. Heine rappelle ensuite une expérience bien connue de M. Bœhm, d'après laquelle les haricots d'Espagne, cultivés dans une solution nourricière privée de chaux, restent très courts, trapus, le sommet ne se développant pas et la base se chargeant d'une quantité énorme d'amidon. Ce phénomène qui semblait bien problématique à M. Boehm, M. Heine l'explique très simplement en disant que le sommet ne se développant pas, faute de chaux, la glucose provenant de la graine, s'accumulant dans les tissus, finit par être précipitée à l'état d'amidon par les plastides; mais ce qui nous intéresse surtout en ce moment, c'est que dans cette partie de la plante bourrée d'amidon, la gaine amylacée conserve absolument son aspect habituel, ne prend aucune part à cet emmagasinage d'amidon et ne saurait par conséquent se trouver en relation directe avec le transport des hydrates de carbone.

Il paraît donc bien démontré que l'endoderme n'est pas la voie suivie par les hydrates de carbone et que ces corps se meuvent bien plutôt dans la moelle, surtout dans ses parties extérieures, avoisinant le bois et dans l'écorce.

Il faut donc se demander quel est le but de la forme particulière des cellules de la gaine amylacée et à quoi sert l'amidon qu'elles renferment.

Depuis longtemps les anatomistes ont signalé des relations topographiques et même anatomiques entre la gaine amylacée et les fibres libériennes Nous allons voir que ces relations sont bien plus étroites qu'on ne l'avait pensé jusqu'à présent. Les fibres mécaniques situées à la limite externe des faisceaux des dicotylées, l'anneau scléreux des monocotylées sont inutiles tant que les jeunes organes n'ont à porter que leur propre poids. Si ces soutiens se formaient de très bonne heure, ils ne seraient qu'un empêchement à l'élongation; aussi les voyons-nous épaissir leurs cellules assez tardivement et cela souvent à tel point que les

cavités cellulaires s'oblitèrent : ce changement ne peut se produire sans une grande quantité de matériaux de construction. Or d'après M. Heine la gaine amylacée est le magasin qui fournit ces matériaux : l'amidon y voyage par conséquent non dans le sens longitudinal, mais dans la direction radiale. Pour s'en convaincre, il suffit d'étudier comparativement sur le haricot d'Espagne l'épaississement des fibres et la disparition de l'amidon de la gaine. Lorsque la construction des fibres est achevée, il ne reste plus que des traces d'amidon dans celle-ci. Ce parallélisme a été observé non seulement sur la plante normale, mais encore sur les plantes étêtées ou cultivées dans une solution privée de chaux. Chez le maïs, la dépendance de l'épaississement des fibres et de l'amidon contenu dans la gaine, est même telle que les éléments mécaniques s'épaississent peu là où la gaine est moins riche en amidon.

Le plus bel exemple de la migration de l'amidon est assurément fourni par la pomme de terre. Il faudrait s'attendre à y trouver une gaine particulièrement chargée de fécule, mais il n'en est rien. Ce n'est que dans les parties jeunes de la tige que les cellules de la gaine, confinant à des fibres non encore épaissies, en contiennent une certaine quantité, et, à mesure que les fibres s'épaississent, l'amidon disparaît.

A la fin de son mémoire, l'auteur s'élève contre l'expression d'ailleurs très impropre de « migration de l'amidon ».

Tout le monde sait que l'amidon ne peut pas voyager comme tel ; mais M. Heine se fait de la prétendue migration de ce corps une idée, à notre avis, assez ingénieuse, et un peu différente de ce qu'on enseigne communément. On dit ordinairement que l'amidon transformé en sucre passe dans une cellule voisine, s'y dépose sous forme d'amidon transitoire, se redissout, passe dans une autre cellule et ainsi de suite, de sorte que les voies suivies par l'amidon seraient marquées constamment par un dépôt d'amidon transitoire. Cela est bien compliqué. M. Heine admet au contraire qu'il n'y a formation d'amidon que dans le cas d'excès de glucose, que cet amidon est par conséquent une vraie réserve qui ne sera dépensée que lorsque le taux de la glocose diminue. Une comparaison un peu banale mais très juste rendra parfaitement compte du phénomène. Un régiment de soldats voyage sur une large route. Arrive un défilé de montagne qui ne permet de passer que deux de front, une grande partie du régiment se trouvera arrêtée, déposera armes et bagages et attendra tranquillement son tour. Les hommes qui défilent peuvent être comparés à la glucose, ceux qui s'arrêtent à l'amidon : il ne viendra à l'idée de personne d'exprimer le mouvement de la troupe en ne mentionnant particulièrement que ceux des hommes qui ne se meuvent pas. C'est pourtant ce qu'on fait en physiologie toutes les fois qu'on parle de la migration de l'amidon.

VESQUE.

**Sur les poisons de la levure,** par M. H. SCHULZ[1]. — L'auteur a érigé en principe, dans un travail antérieur, que toute irritation exercée sur une cellule isolée aussi bien que sur un organe multicellulaire produit une augmentation ou une diminution du travail physiologique suivant que l'irritation a été faible

1. *Pflüger's Archiv*, XLII, p. 517-541. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, p. 485.

ou plus forte. Il a démontré l'exactitude de ce principe pour la cellule animale; il s'agit maintenant de la démontrer également pour la cellule végétale.

La levure se prête particulièrement à ces sortes de recherches, parce que son énergie physiologique se traduit par un dégagement, facilement mesurable, d'acide carbonique.

Il importe avant tout de mesurer en même temps l'acide carbonique dégagé dans tous les appareils d'une série; or ces appareils étaient au nombre de 10-12, de sorte que la méthode des pesées (méthode de A. Mayer) exigeait trop de temps pour qu'il n'y eût pas une erreur considérable quand on comparait entre eux le premier et le dernier numéro de la série. L'auteur a établi les conditions de l'expérience de telle façon que d'un côté il obtient une très large indépendance de la quantité de levure mise en jeu dans chacun des appareils et que d'un autre côté il peut à chaque instant, et en quelques minutes, contrôler la marche de la fermentation dans plusieurs appareils fonctionnant simultanément.

La fermentation ayant lieu dans un vase clos, l'acide carbonique doit produire une certaine pression qu'il est facile de mesurer à l'aide d'un manomètre. Or, à conditions égales, des quantités inégales de levure délayée dans de l'eau sucrée pure dégagent des quantités différentes d'acide carbonique et produisent par conséquent des pressions inégales. L'auteur, au lieu de déterminer les pressions, détermine les chemins parcourus dans les manomètres par la colonne mercurielle, en un temps donné. Les nombres obtenus de cette façon avec les divers appareils ont été traduits en graphiques qu'on comparait entre eux. Les courbes devaient être et étaient sensiblement parallèles toutes les fois que des quantités à peu près égales de levure avaient été préparées de la même manière.

Voici quelle était la construction de chacun des appareils.

Un cylindre de verre à parois épaisses, monté sur un pied et mesurant 200 centimètres cubes, est surmonté d'une forte douille métallique taraudée dans laquelle se visse un capuchon également métallique percé de deux trous. Dans l'un de ces trous passe un tube de verre long d'un mètre, ouvert aux deux bouts et d'un millimètre de diamètre intérieur, l'autre reçoit un second tube plus large, ouvert en bas et fermé par un robinet en haut. Le cylindre étant très bien nettoyé, on y introduit un mélange de 4 grammes de glucose et de la solution du corps vénéneux dont on veut étudier l'action, puis on introduit un petit cylindre rempli aux trois quarts de mercure et dans lequel plongera l'extrémité inférieure du tube long et étroit. Ce n'est que maintenant qu'on ajoute un centimètre cube de levure. Si on l'avait ajoutée plus tôt une partie se serait logée sous le cylindre à mercure et n'aurait été que difficilement en contact avec la liqueur nourricière. On ferme l'appareil en laissant le robinet ouvert. Tous les appareils, préparés de la même manière, baignent dans de l'eau maintenue à la température constante de 21°. On pousse de l'air dans les cylindres jusqu'à ce que le mercure apparaisse dans les tubes fins juste au-dessus de la fermeture, puis on ferme les robinets.

De quart d'heure en quart d'heure on relevait le niveau du mercure dans tous les manomètres, ce qui exigeait au plus trois minutes.

L'auteur a d'abord fait une expérience à blanc, c'est-à-dire sans poison. Dans les six appareils, exactement au même instant, un maximum de dégagement

d'acide carbonique s'est fait sentir dans la deuxième heure, d'autres maxima qui coïncidaient assez bien ont apparu dans les heures suivantes, ce n'est qu'à partir de la cinquième heure que le travail s'est régularisé partout. Les appareils et le procédé adoptés répondent donc parfaitement au but qu'on s'était proposé d'atteindre.

Il s'agissait moins, pour l'auteur, de déterminer la limite de la concentration du poison à laquelle la levure cesse de travailler que de voir comment ces poisons agissent à différents degrés de concentration.

Voici les résultats généraux qu'on trouvera exprimés dans le mémoire original par des tableaux et des courbes.

*Sublimé.* — Suffisamment dilué (de un cinq cent millième à un sept cent millième) le sublimé corrosif exagère notablement le travail de la levure pour un temps plus ou moins long.

*Iode.* — L'optimum de l'action de l'iode correspond à la concentration de un six cent millième. Le maximum de dégagement d'acide carbonique apparaît à la fin de la deuxième heure. L'iodure de potassium active toujours le commencement de la fermentation; l'optimum de la concentration est de un cent millième.

*Brome.* — Le brome, suffisamment dilué (un trois cent millième), active également la fermentation.

*L'acide arsénieux*, à un quarante millième, agit favorablement.

*L'acide chromique*, aux concentrations de un trois millième à un six millième, cative très énergiquement le commencement de la fermentation.

*L'acide salicylique*, à un quatre millième, augmente également le travail de la levure.

*L'acide formique*, de un huit millième à un dix millième, active la fermentation pendant quelque temps, surtout au début.

Réunissant ces recherches à celles qu'il a déjà exécutées sur la cellule animale, l'auteur conclut en ces termes :

Toute irritation exerce sur la cellule vivante une influence dont l'effet, considéré au point de vue du travail organique, est inversement proportionnel à l'intensité de l'irritation.

## Chimie agricole.

**Sur les modifications que les matières azotées des fourrages verts subissent dans les silos**, par M. E. Schulze[1]. — De nombreux travaux nous ont appris que les fourrages verts ensilés perdent une partie de leurs matières protéiques et que l'analyse accuse même une perte d'azote. M. Kellner[2] attribue le déficit d'azote au dégagement d'ammoniaque qui se produit pendant la dessiccation des échantillons destinés aux analyses et qui provient de la dissociation de sels ammoniacaux. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte ici.

La plupart des savants accusent la fermentation de la diminution des matières protéiques, mais cette hypothèse n'explique pas un fait qui ressort

1. *Landwirthsch Vers.-Stat.*, XXXV, p. 195-208.
2. *Ibid.*, XXXII, p. 65.

nettement d'une série d'analyses exécutées par M. B. Schulze[1] et d'après lesquelles le foin sec, humecté avec de l'eau, puis conservé en silos, se comporte autrement que les fourrages verts ensilés sans dessiccation préalable. Dans deux cas seulement sur dix une certaine proportion d'azote protéique s'est transformée en azote non protéique, tandis que dans tous les autres le phénomène a été inverse, c'est-à-dire qu'il y a eu augmentation de l'azote des substances protéiques et diminution de celui des combinaisons non protéiques.

Cette contradiction apparente a mis l'auteur sur la voie d'une explication des changements qui se produisent dans les silos. Il est curieux de constater que cette explication si naturelle se soit fait attendre si longtemps. C'est un des nombreux effets déplorables du particularisme qui s'introduit dans les sciences naturelles. Il nous semble qu'un physiologiste, interrogé sur les phénomènes en question, les aurait expliqués de suite sans aucune peine.

Nous savons en effet depuis dix ans que lorsqu'on conserve à l'obscurité des plantes fraîches, une partie des matières protéiques se décompose et qu'il se forme en même temps des amides, notamment de l'asparagine.

L'auteur a répété ces expériences sur le trèfle des prés, des graminées fourragères et l'avoine, qui aussitôt coupés ont été placés dans l'eau et conservés pendant huit jours à l'obscurité. On a dosé l'azote des matières non protéiques dans les mêmes plantes séchées immédiatement après la récolte et dans les plantes conservées à l'obscurité, et on a obtenu les chiffres suivants :

| | SÉCHÉ immédiatement après la récolte. | CONSERVÉ pendant 8 jours à l'obscurité, puis séché. |
|---|---|---|
| A. *Trèfle des prés.* | | |
| | P. 100. | P. 100. |
| Azote total | 4.11 | 4.37 |
| Azote des matières protéiques | 3.22 | 2.47 |
| Azote des matières non protéiques | 0.89 | 1.90 |
| B. *Avoine.* | | |
| Azote total | 4.12 | 4.50 |
| Azote des matières protéiques | 3.51 | 1.46 |
| Azote des matières non protéiques | 0.61 | 3.04 |
| C. *Phléole des prés*[2]. | | |
| Azote total | 1.97 | 2.10 |
| Azote des matières protéiques | 1.81 | 1.61 |
| Azote des matières non protéiques | 0.16 | 0.49 |

On voit que partout l'azote non protéique a augmenté aux dépens de

1. Borodin, *Bot. Zeit.*, 1878, n[os] 51 et 52. — *Annales agronomiques*, t. V, p. 467 et 578.

2. La phléole n'a été conservée que trois jours à l'obscurité au lieu de six jours.

l'azote protéique pendant les quelques jours de végétation à l'obscurité et que la modification a été moins prononcée pour la phléole qui n'a séjourné que trois jours à l'obscurité et qui renferme d'ailleurs moins d'azote que les deux espèces précédentes.

On devait donc supposer que les choses se passent exactement de même lorsque des plantes fraîches sont comprimées dans des vases quelconques ou dans des silos. Il est en effet facile de démontrer la formation de l'asparagine dans les silos.

De la phléole fraîche ayant été fortement tassée dans un vase en grès et chargée de poids, a été conservée pendant dix jours dans un endroit frais. La matière a été divisée en deux lots, dont le premier, séché immédiatement, était destiné au dosage de l'azote, le second à l'extraction de l'asparagine. Occupons-nous d'abord de cette dernière opération. L'extrait aqueux, purifié par l'acétate de plomb, a donné un précipité volumineux avec le nitrate acide de mercure. Le précipité décomposé par l'hydrogène sulfuré a fourni une grande quantité d'asparagine[1]. Un échantillon de 62 grammes prélevé sur le premier lot séché a été extrait par l'eau chaude et a donné 0gr9, soit 1.5 p. 100 d'asparagine ($C^4H^8Az^2O + ^3H^2O$). Le dosage de l'azote des matières protéiques a donné enfin 1.09 p. 100 de matière sèche, tandis que la phléole fraîche, en renferme 1.82 p. 100. L'extrait aqueux de la phléole fraîche traité par l'acétate de plomb, puis par le nitrate de mercure, n'a donné qu'un précipité très faible dont il n'a pas été possible d'extraire la moindre trace d'asparagine.

Voici donc comment il faut se figurer les modifications que subissent les matières azotées des fourrages ensilés. Une partie des matières albuminoïdes se décompose en même temps qu'il se forme de l'asparagine et d'autres amides. L'intensité de ce travail intérieur dépend de la nature des plantes et peut-être surtout de leur degré de développement. Il est probable qu'elle est moins grande dans les fourrages tels qu'on les coupe habituellement que dans les jeunes plantes qui ont servi aux expériences que nous venons de décrire. Plus tard l'asparagine et les amides voisins sont transformés par les ferments figurés, il se forme des sels ammoniacaux. Les organismes inférieurs peuvent également agir sur les matières albuminoïdes et produire des amides acides (leucine, tyrosine, etc.) et de l'ammoniaque. Si on sèche ensuite la matière, il s'échappe de l'ammoniaque par suite de la dissociation de sels ammoniacaux : de là ce déficit d'azote qui a été si souvent constaté.

Si, au lieu de fourrages verts, on soumet à l'ensilage du foin mouillé d'eau, il ne se formera guère d'asparagine, mais toutes les modifications que subissent les matières protéiques doivent être attribuées aux microorganismes; ce travail paraît être cependant très lent; les matières non azotées et les amides qui ont pu préexister dans le foin sont beaucoup plus facilement attaqués.

Il résulterait de tout ceci que la matière retirée des silos renferme de l'ammoniaque, et que l'asparagine et les autres amides (glutamine) ne s'y trouvent plus, que des xanthines peuvent s'y trouver au contraire. La tyrosine y a été positivement décelée.

Il est probable que ces considérations ne peuvent pas s'appliquer directement

1. Voyez pour la méthode d'extraction : *Landwirthsch Vers-Stat.*, XXXIII, p. 90.

à « l'ensilage doux » d'après la méthode de Johnson et qui consiste à réunir les fourrages verts en grands tas sur le sol où on les comprime à l'aide de chaînes, etc. On a supposé que cette méthode donne de bons résultats lorsque la masse s'échauffe à une assez haute température (60° ou au-dessus). A cette température élevée la plupart des organismes deviendraient inactifs et on éviterait plus ou moins complètement les fermentations qui conduisent à la formation d'acides. Il est clair qu'une élévation aussi considérable de la température ne peut pas rester sans influence sur les transformations que nous venons de décrire (Le dédoublement des albuminoïdes avec formation d'asparagine étant un phénomène biologique, il paraît même probable qu'il ne peut plus avoir lieu à une température incompatible avec la vie. Ce ne serait pas là le moindre avantage de la méthode de Johnson. Cependant une série d'analyses que M. A. Morgens[1] vient de publier, et dont nous n'avons malheureusement pas l'original sous les yeux, semble indiquer que les fourrages conservés de cette manière peuvent subir une forte perte en albuminoïdes et en autres matières utiles. Le foin doux, fabriqué avec de l'herbe des prairies et du trèfle incarnat, par exemple, renfermait moins d'azote protéique et plus d'azote non protéique que les plantes fraîches. Il nous semble évident que la température et la rapidité avec laquelle elle s'élève joue ici le rôle principal, puisque les plantes se chargeront d'asparagine tant qu'elles resteront vivantes.)

VESQUE.

## Agriculture.

**Sur le rendement des pommes de terre qui ont germé avant la plantation**, par M. AUG. LEYDHECKER[2]. — Peut-on augmenter le rendement en plantant des pommes de terre qui ont germé en cave; faut-il planter les tubercules avec les pousses? Telles sont les questions auxquelles l'auteur essaye de répondre par de nouvelles expériences sur une demi-douzaine de variétés qui ont été plantées le 17 mai en lignes écartées de 45 centimètres, avec un écartement dans les lignes de 30 centimètres et à une profondeur de 10 centimètres. Chaque variété était représentée par trois lots : le premier était employé à l'état ordinaire, les tubercules du deuxième avaient développé leurs pousses dans un endroit chaud et humide, ceux du troisième, également germés, avaient été privés de leurs pousses.

Les différentes variétés ne germent pas avec la même facilité. Le Géant-Marmont n'a donné que des pousses de 3 centimètres de long, l'Early-Rose, de 5-6 centimètres, tandis que les pousses des quatre autres variétés mises en expérience atteignirent au moins 10 centimètres de longueur.

Les premières pousses ont apparu au-dessus du sol le 4 juin dans les parcelles plantées en pommes de terre non germées, et le 8 juin toutes les variétés plantées à cet état avaient développé leurs pousses. Le jour même où la variété la plus tardive, Euphyllos, apparut à la surface, les pommes de terre germées firent également leur apparition, mais celles qui avaient été privées

1. *Deutsche landwirthsch Presse*, n° 42, 1888.

2. *Œsterreich. landw. Wochenbl.*, XIV, p. 142 et 151. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, p. 462.

de leurs germes tardèrent jusqu'au 13 juin. L'Euphyllos excepté, les pommes de terre privées de leurs germes se sont développées le plus vigoureusement. Le tableau suivant résume les chiffres des récoltes :

| VARIÉTÉS. | POMMES DE TERRE. | | |
|---|---|---|---|
| | FRAICHES. | GERMÉES. | GERMÉES ET PRIVÉES DE LEURS POUSSES. |
| | Kil. | Kil. | Kil. |
| Champion écossais............ | 95.80 | 105.80 | 106.50 |
| Euphyllos.................... | 106.17 | 113.85 | 116.50 |
| De Daber..................... | 93.00 | 98.11 | 114 05 |
| Géant-Marmont................ | 93.20 | 129.20 | 119.72 |
| Early-Rose................... | 95.80 | 111.38 | 110.10 |
| Imperator de Richter......... | 97.77 | 100.60 | 114.48 |
| Totaux.............. | 581.74 | 658.94 | 681.35 |

La moyenne pour les six variétés, calculée pour l'hectare, est :

| | Quintaux métriques. |
|---|---|
| Pommes de terre fraîches......................... | 194.12 |
| — — germées......................... | 219.64 |
| — — germées et privées de leurs germes. | 227.12 |

Il est donc évident que les pommes de terre non germées sont moins fertiles que celles qui ont germé en cave. Le déficit est même assez considérable, ainsi que le montrent les chiffres suivants, rapportés à l'hectare et exprimant en quintaux métriques la moins-value de la récolte obtenue avec les pommes de terre fraîches comparativement avec celle qu'ont données les pommes de terre germées et plantées avec leurs germes et les pommes de terre germées, privées de leurs germes.

| | Avec des germes. | Privées des germes. |
|---|---|---|
| Champion écossais....................... | 20.00 | 21.40 |
| Euphyllos............................... | 15.36 | 20.66 |
| De Daber................................ | 9.02 | 40.90 |
| Géant Marmont........................... | 72.00 | 58.04 |
| Early-Rose.............................. | 31.16 | 28.69 |
| Imperator de Richter.................... | 5.66 | 33.42 |

A l'exception du Champion qui a une tendance à former de petites pommes de terre, la germination en cave s'est montrée aussi favorable à la production de gros tubercules qu'à la récolte totale.

Le premier tableau montre qu'il est avantageux d'enlever les pousses des tubercules germés pour quatre variétés, que cette opération est au contraire

nuisible pour les deux autres, Géant-Marmont et Early-Rose, celles précisément qui donnent les pousses les plus faibles en cave. Il semble donc que l'augmentation de la récolte qu'on obtient en supprimant les pousses avant la plantation est en relation directe avec la vigueur de ces pousses; en effet, la variété de Daber, qui développe les pousses les plus longues, donne également l'excédent de récolte le plus fort quand on supprime les pousses.

Il est facile de tirer de ce travail les conclusions pratiques qu'il comporte.

Les pommes de terre ayant germé en cave, il faut enlever les pousses, si elles sont longues; non seulement on augmentera ainsi la récolte, mais on facilitera encore la plantation soit à la main, soit à la machine. Si les pousses sont au contraire petites et courtes, il est presque inutile de les enlever.

**Contributions à nos connaissances actuelles sur la culture du « Lathyrus sylvestris »**, par M. O. KUHNEMANN[1]. — La culture du *Lathyrus sylvestris* a vivement excité l'intérêt du monde agricole. M. Kühnemann, entre autres, a cultivé ce nouveau fourrage pendant trois années et croit devoir porter à la connaissance du public les résultats qu'il a obtenus.

Le sol affecté à cette culture est un sable quartzeux souvent traversé à une certaine profondeur de veines calcaires et un peu ferrugineux par ci par là. Le sous-sol, à 1-5 mètres de la surface, consiste en marnes renfermant environ 12 p. 100 de calcaire. La fertilité varie considérablement suivant la profondeur du sable et suivant l'épaisseur de la couche d'humus créée par des cultures antérieures.

Le premier semis de Gesse des bois a été opéré à une hauteur moyenne, dans un sol en bon état de culture qui avait porté des pommes de terre en 1885 après un marnage exécuté en 1884. On a donné au moment du labour 80 kilogrammes de kaïnite et 70 kilogrammes d'acide phosphorique par hectare sous forme de scories de Thomas pulvérisées; on a donné un bon hersage au printemps, puis la Gesse des bois a été semée à raison de 50 kilogrammes à l'hectare.

Les graines provenaient de plantes sauvages. On les a frottées avec du papier de verre pour en rayer l'enveloppe très dure et la rendre ainsi plus perméable à l'eau. Des essais de semis avaient démontré en effet que les graines intactes ne germent pas de suite, tandis qu'elles lèvent au bout de huit jours quand on leur a fait subir cette petite opération.

Le printemps 1886 ayant été très sec, le semis leva lentement, les mauvaises herbes se multiplièrent à tel point qu'il fallut sarcler avant qu'il fût possible de distinguer les jeunes plantules dans les lignes. Beaucoup d'entre elles furent détruites, de sorte que le champ montrait de nombreux vides.

Les Gesses se sont bien développées, malgré la sécheresse; en automne on a trouvé des racines de 45 centimètres de longueur garnies d'une grande quantité des tubercules propres aux légumineuses. On a donné en automne les mêmes engrais que l'année précédente, on a de nouveau hersé au printemps et, quoique la saison ne fût guère meilleure que le printemps précédent, les

1. *Deutsche landwirtsch. Presse*, XV, 1888, p, 125. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, p. 169.

plantes se sont élevées à une hauteur de 50-75 centimètres. On a fauché le 13 août, les gousses étant déjà très apparentes; la récolte a été donnée à des vaches laitières, soit à l'état frais soit à l'état fané ou même sec, et a été mangée avidement. La parcelle mesurant environ un quart d'hectare a fourni ainsi cinq rations pour quarante vaches.

Le terrain destiné aux semis de 1887 a reçu, en automne 1887, 80 kilogrammes de potasse et 80 kilogrammes d'acide phosphorique, puis il a été labouré à 26-32 centimètres de profondeur et on a versé dans les sillons les mêmes quantités d'engrais. On a hersé au printemps puis semé en lignes écartées de 33 centimètres. Cette fois la graine provenait de plantes cultivées; on a remarqué que le testa était moins dur et qu'il était inutile de le rayer. Mais ce n'est pas là une règle générale, puisque la semence employée l'année suivante, quoique récoltée sur des plantes cultivées, a nécessité de nouveau la petite manipulation dont il a été question.

On a choisi cette fois des parcelles de qualités différentes situées à des hauteurs différentes et différemment exposées.

La parcelle I était le fond d'une ancienne marnière présentant à côté des restes de marne du sable et des cailloux; la parcelle II une colline de sable s'élevant dans une tourbière dont le sable avait été enlevé jusqu'à un mètre de profondeur pour former des digues; la parcelle III un terrain sablonneux, ayant porté des lupins et dont le sous-sol, à 3 mètres de profondeur, consiste en marnes; la parcelle IV était située en pente et formait la berge d'une rivière, la charrue y amenait par endroits de la marne; la parcelle V, enfin, très élevée et sèche, avait également porté des lupins, mais on ne sait pas à quelle profondeur s'y trouve la couche de marnes. Dans tous les cas le sable y était de fort mauvaise qualité, puisque l'hectare pris jusqu'à une profondeur de 15 centimètres ne renfermait que 1,395 kilogrammes de calcaire et que l'analyse du sol a donné en outre pour mille : humidité 4.84, potasse 0.28, chaux, 0.71, acide phosphorique, 0.45.

La moitié de la parcelle V avait été marnée. C'est encore dans cette parcelle qu'on a voulu voir si la Gesse des bois est sensible aux engrais azotés : certaines bandes du terrain avaient reçu à cet effet des quantités différentes de salpêtre du Chili, mais, soit dit tout de suite, sans aucun effet appréciable.

Quoique la sécheresse n'eût permis qu'un développement très lent des plantes, il a été bientôt permis de noter une différence entre les diverses parcelles. La parcelle I était la plus favorable, les plantes y étaient serrées, vigoureuses et hautes d'environ 35 centimètres. Puis venaient les parcelles III et IV; la parcelle II était dans un état moins satisfaisant, de même que la plus grande partie de V qui avait été ensemencée en automne et une autre petite partie qui était infestée de chiendent. On n'a pas trouvé la moindre différence entre les parties marnées et les autres; partout on a reconnu le besoin de débarrasser le champ des mauvaises herbes. En somme l'état de toutes les parcelles était tel en automne, au moment où l'auteur a écrit son article, qu'on peut s'attendre à un bon résultat.

La Gesse de bois gagne donc beaucoup à être bien cultivée; elle vient mieux dans un sol de bonne qualité que dans un sol sableux et pauvre, mais il est parfaitement établi qu'elle ne demande aucun engrais azoté.

**Sur une nouvelle plante fourragère, le « Lathyrus sylvestris » (Gesse des bois, Gesse sauvage)**, par M. A. STUTZER[1]. — La Gesse des bois, qu'on rencontre assez communément aux environs de Paris, dans les haies, les buissons, à la lisière des bois, est remarquable par sa forte teneur en matières azotées; elle appartient en outre à cette catégorie de plantes qui assimilent l'azote de l'air atmosphérique soit directement soit d'une manière indirecte, ce qui importe peu au point de vue agricole. De toutes les Légumineuses indigènes dans nos contrées, cette plante, de même que quelques-unes de ses congénères, présente la plus forte proportion de matières azotées ; les essais qui ont été faits jusqu'à présent semblent indiquer qu'on en fera aisément une plante fourragère très précieuse.

L'auteur s'est donc proposé de soumettre le nouveau fourrage et le foin à des analyses complètes et nous en communique les résultats. Les deux matières premières, foin doux et foin sec, étant très inégalement chargées d'eau, tous les nombres que nous allons reproduire sont rapportés à la matière sèche.

Les plantes qui ont servi à la première série d'analyses provenaient d'un terrain calcaire délité sec, qui n'avait jamais reçu d'engrais.

Les vaches mangeaient avidement le foin doux, mais elles montraient de la répugnance pour le foin sec.

L'analyse a donné les chiffres suivants :

| | FOIN SEC. | FOIN DOUX. |
|---|---|---|
| Matières grasses | 6.24 | 6.07 |
| Protéine | 22.31 | 28.38 |
| Fibre brute | 31.43 | 31.28 |
| Matières extractives non azotées | 34.15 | 27.26 |
| Matières minérales (y compris le sable) | 5.87 | 7.26 |
| La protéine brute renferme azote | 3.57 | 4.54 |
| Et consiste en : | | |
| Amides | 3.96 | 8.60 |
| Albumine digestible | 16.85 | 18 25 |
| Total des matières digestibles | 20.81 | 26.75 |
| Matières azotées non digestibles | 1.50 | 1.63 |
| | 22.31 | 28.38 |

Les cendres du foin renferment :

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique | 0.532 |
| Chaux | 1.377 |
| Potasse | 1.919 |

Si on compare cette composition chimique à celle d'un bon foin moyen de prairie ou de trèfle, on voit que la Gesse des bois est plus riche en matières

1. *Deutsche landwirthsch. Presse*, XV, 1888, p. 43. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, p. 192.

grasses, beaucoup plus riche en protéine, plus pauvre au contraire en matières extractives et qu'elle renferme à peu près la même proportion de fibre ligneuse.

La quantité de matières albuminoïdes digestibles est très forte ; malheureusement il est impossible de fixer dès à présent quelle serait cette quantité par hectare cultivé, parce qu'on ne connaît pas encore bien la récolte totale moyenne fournie par un hectare et qu'on estime à peu près à 10,000 kilogrammes de foin sec. Si ce chiffre est exact, la récolte est d'autant plus excellente que la Gesse des bois prospère dans des terrains très pauvres et secs dans lesquels le trèfle et la luzerne ne donnent que des récoltes insuffisantes. Il ne faut pas oublier que les espèces vivaces du genre *Lathyrus* atteignent un âge très avancé[1] et qu'il deviendra rarement nécessaire de déplacer la culture à la condition que le sol soit suffisamment pourvu de potasse et d'acide phosphorique.

L'auteur a fait ensuite l'analyse de plantes qui avaient été récoltées au mois de juillet 1887 en partie sur un sol sableux et caillouteux, en partie sur du sable marneux et qui avaient reçu un engrais de caïnite et de scories de Thomas. Le taux de protéine brute est monté à 25.71, celui des matières protéiques digestibles à 23.20, celui, extraordinairement élevé, des amides à 10.96. Il faut dire que les plantes avaient été coupées au moment où les boutons à fleurs commençaient à se montrer et que, quatre semaines plus tard, les amides avaient diminué tandis que les albuminoïdes digestibles avaient proportionnellement augmenté.

La troisième série de recherches a porté comparativement sur du foin grossier de plantes semblables à celles qui ont servi à la première analyse, sur du foin de plantes cultivées, remarquable par la finesse des feuilles et des tiges, et enfin sur du foin doux préparé suivant la méthode de Fry. On avait procédé à la récolte le même jour, en automne 1887.

Il y a, au point de vue chimique, une différence notable entre le foin sec des plantes sauvages et celui des plantes cultivées. Le premier renferme 31.41 de fibre brute, le second seulement 20.19; le premier renferme 25.44 de protéine brute, le second, 29.25. Les relations entre les matières digestibles et les matières indigestibles montrent que la protéine des plantes cultivées est un peu plus digestible que celle des plantes sauvages.

Il a été dit plus haut que les vaches dédaignent volontiers le foin sec de la Gesse des bois. Il paraîtrait, d'après des renseignements plus récents, qu'il n'en est pas de même pour le foin sec des plantes cultivées, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de faire subir une préparation spéciale à ce nouveau fourrage.

**Sur la croissance des plantes provenant d'un même glomérule de semences de betterave dans la seconde année de culture**, par M. BRIEN[2]. — Six betteraves provenant d'un seul et même glomérule ont été soigneusement conservées en cave pendant l'hiver et plantées le 1er avril dans six caisses

1. Le *Lathyrus latifolius* atteint soixante à soixante-quinze ans.

2. *Organ des Centralvereins für Rübenzuckerindustrie*, XXV, 1887, p. 772. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, p. 474.

remplies de terre bien mélangée et criblée. Quoique issues d'un même glomérule les six racines avaient des poids fort différents :

| I | II | III | IV | V | V |
|---|---|---|---|---|---|
| Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| 1156 | 859 | 574 | 550 | 344 | 310 |

Le n° IV, dont le cœur était pourri et dont les bourgeons latéraux se développaient, a été écarté comme anormal.

La floraison commença vers le 20-25 juin pour finir entre le 19 et le 23 juillet. Le plus grand nombre des glomérules commençaient à brunir dans la première dizaine d'août et bientôt après on put procéder à la récolte après qu'on se fût assuré que les semences ne renfermaient plus que les 15 p. 100 réglementaires d'eau.

Les quantités de semences recueillies sur les différents pieds ont été les suivantes :

| I | II | III | V | VI |
|---|---|---|---|---|
| Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| 241 | 167 | 202 | 239 | 104 |

Elles ne sont donc point en rapport avec la grosseur ou le poids des betteraves-mères.

Si on rapporte le nombre des semences à un poids constant de 100 grammes de racine-mère, on obtient :

| | 100 GRAMMES DE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | V | VI |
| Ont donné : | 20.8 | 19.4 | 35.1 | 69.4 | 33.5 de semences. |

Il semblerait donc que les petites betteraves sont plus avantageuses, mais le n° V fait une telle exception, qu'il n'est guère possible de tirer de ces chiffres une conclusion valable. Les racines-mères de V et de VI avaient à peu près le même poids et l'une a donné plus du double de graines que l'autre.

On peut encore se demander s'il y a une relation entre la grosseur des glomérules produits et celle de la racine-mère.

Or 1000 glomérules (calculés) des semences récoltées sur les cinq pieds pesaient :

| I | II | III | V | VI |
|---|---|---|---|---|
| Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| 20.065 | 17.40 | 23.84 | 30.01 | 20.825 |

Il résulte de ces nombres que le n° V, qui a fourni la plus grande quantité de semences, a également produit les glomérules les plus lourds et que la racine-mère la plus lourde (1156 grammes) et la plus légère (310 grammes) ont donné des glomérules de même poids.

Quant à la faculté germinative, l'essai a montré que 100 glomérules ont donné les nombres suivants de plantules :

| I | II | III | V | VI |
|---|---|---|---|---|
| Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| 113 | 146 | 138 | 160 | 126 |

Les glomérules les plus gros (V) ont produit le plus grand nombre de plantes.

Connaissant la quantité de semences, le poids de 1000 glomérules et la faculté germinative des divers échantillons, on peut calculer le nombre de pieds que fournit chaque racine-mère. On trouve ainsi :

| | I | II | III | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| Plantules... | 13.178 | 14.011 | 11.692 | 12.742 | 6.297 |
| Glomérules. | 11.662 | 9.597 | 8.473 | 7.964 | 4.998 |

Pas plus que les précédents, ces chiffres ne permettent de reconnaître une règle quelconque.

L'auteur conclut de ses recherches que le glomérule, ou respectivement les plantes qui en sortent, ne donnent aucune garantie ni dans la seconde, ni dans la première année pour l'uniformité de la récolte des semences, que la quantité de glomérules ainsi que leur grosseur varient d'une manière désordonnée, que d'une manière générale la variabilité de la betterave à sucre est extrême sous tous les rapports.

## CORRESPONDANCE

M. Félix Sahut, vice-président de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault, nous écrit au sujet de l'article que nous avons consacré à M. Planchon (page 221 de ce volume), pour nous faire remarquer que la note adressée à l'Académie le 3 août 1868[1], dans laquelle est annoncée la découverte du phylloxera dans les vignes du Gard n'est pas signée de M. Planchon seul, mais bien de MM. G. Bazille, Planchon et Sahut, et que par conséquent c'est à tort qu'on attribue souvent à M. Planchon seul cette importante découverte.

« L'article inséré par Planchon dans la *Revue des Deux Mondes*, nous écrit M. Sahut, que vous citez, est en contradiction avec ce qu'a écrit plus tard Planchon lui-même dans son journal *la Vigne américaine* (numéros de mars et avril 1887). A la suite d'une polémique d'ailleurs très courtoise, Planchon reconnaissait que c'était bien moi qui avais découvert le premier les points jaunes et que le premier aussi j'avais reconnu que c'étaient des pucerons.

« Comme on l'a dit avec juste raison, cette revendication de priorité n'enlève rien aux intérêts de celui dont la ville natale se prépare à reconnaître par un témoignage public les vastes connaissances scientifiques et les services rendus au pays. »

Nous sommes reconnaissants à M. Sahut, de nous avoir fourni l'occasion de réparer une erreur involontaire.

P.-P. D.

1. *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 333.

*Le Gérant* : G. MASSON.

MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

# OBSERVATIONS SUR LES TUBERCULES A BACTÉRIES

## QUI SE DÉVELOPPENT

## SUR LES RACINES DES LÉGUMINEUSES

PAR

**E. BRÉAL**

Préparateur au Muséum.

### De l'action des légumineuses sur les quantités d'azote du sol.

On sait depuis longtemps que les prairies artificielles portant des légumineuses, telles que le trèfle, le sainfoin, la luzerne, donnent pendant une série d'années des produits contenant beaucoup de matière azotée. MM. Lawes et Gilbert, ainsi que d'autres physiologistes, ont fait voir qu'un champ planté en luzerne ou en trèfle fournit en une année, des récoltes contenant deux fois l'azote qui existerait dans le blé développé sur la même surface et cependant, tandis que les cultures de céréales ne sont prospères que par l'emploi des engrais azotés, pour obtenir de riches récoltes de légumineuses, il n'est pas nécessaire de fournir à la terre l'élément azoté, sous forme d'engrais.

On devrait donc supposer que ces cultures épuisent le sol en azote, mais une expérience séculaire a démontré que ce genre de prairies mérite au contraire le nom qu'elles portent habituellement de cultures améliorantes. Quand elles sont rompues et qu'on les retourne pour y semer une autre plante, comme le blé, elles laissent un sol prêt à fournir une luxuriante végétation sans avoir reçu aucune fumure.

Après quelques années de culture, on voit les légumineuses dépérir dans les prairies : si l'on essaye de leur communiquer une vie nouvelle en leur donnant un engrais azoté, on ne réussit jamais; on ne fait que hâter leur déclin, parce qu'elles ne profitent pas de cet aliment. Ce sont les graminées qui se développent alors avec vigueur, et finissent par s'emparer du champ entier.

C'est un usage bien répandu de semer le trèfle, la luzerne, le sainfoin, dans le blé. La légumineuse forme sous la graminée un épais tapis vert; on pourrait croire que l'une des plantes nuira au développement de l'autre, qu'il va s'établir une lutte pour l'exis-

tence et que l'un des concurrents est condamné à périr. Il n'en est rien cependant, parce que les deux plantes se nourrissent différemment. La graminée a besoin, pour se développer, des nitrates formés aux dépens des matières azotées existant dans le sol; la légumineuse ne prend pas ces nitrates. M. Dehérain, sur ses champs d'expériences de Grignon, a même remarqué que la graminée se porte mieux, quand elle est avec le trèfle ou la luzerne, parce que ces plantes en couvrant le sol le maintiennent dans un bon état de propreté, en étouffant d'autres plantes adventices, friandes des nitrates.

Nous avons dit que les légumineuses ne se nourrissent pas de nitrates. Nous avons pu le constater.

En 1883[1], M. Dehérain et moi, nous avions placé des graines de lentille, après leur germination dans l'eau distillée, sur des baguettes de verre; les racines étaient immergées dans une dissolution d'azotate de potasse et de phosphate de chaux; d'autres graines étaient placées de la même façon sur l'eau distillée. La solution contenant du salpêtre, si nutritive pour les plantes en général, ne donna pas une récolte de lentilles supérieure à celle que nous pûmes obtenir sur l'eau distillée.

Ces observations, avec bien d'autres que nous pourrions citer, montrent bien que les légumineuses ne prennent directement leur azote ni dans la terre, ni dans l'engrais, ni dans les nitrates.

Il a fallu alors supposer qu'elles puisent leur azote dans l'air atmosphérique; mais les célèbres expériences de Boussingault, commencées en 1851, démontrent que les plantes ne peuvent pas prendre dans l'air l'azote qui leur est nécessaire. Nous nous rappelons que l'illustre savant mettait en culture, dans un sol artificiel privé de toute matière organique, des graines telles que le haricot, l'avoine, le lupin, le cresson, puis qu'il dosait l'azote, dans la graine, et à la fin de l'expérience l'azote de la récolte; il trouvait toujours que la plante ne gagnait pas d'azote et il concluait qu'elle était incapable de s'emparer de celui qui existe si abondamment dans l'air.

On se trouvait donc devant ces résultats difficiles à expliquer : les légumineuses sont très azotées, et cependant elles laissent le sol plus riche en azote qu'elles ne l'ont reçu; elles ne fixent pas l'azote atmosphérique au moins par leurs feuilles et elles ne bénéficient

1. Voy. *Ann. agron.*, t. IX, p. 63

pas des engrais azotés, tels que les sels ammoniacaux ou les nitrates.

On ne savait trop comment interpréter ces propositions contradictoires, quand M. Berthelot est venu annoncer que la terre arable était susceptible de fixer l'azote de l'air par l'intermédiaire des êtres inférieurs qu'elle renferme.

A ces premiers résultats sont venus s'ajouter ceux qui ont été obtenus en Allemagne par M. Hellriegel, puis par M. Willfarth, montrant que les racines des légumineuses portaient souvent des nodosités dans lesquelles il était facile de constater des bactéries, et que ces légumineuses ainsi garnies de nodosités étaient capables de s'enrichir considérablement en azote[1].

Ces derniers faits ont vivement attiré l'attention et m'ont conduit aux expériences dont je vais donner le résumé.

**Culture des légumineuses dans le sable ne contenant pas d'azote combiné, mais ensemencé de bactéries.**

Dans leurs expériences, MM. Hellriegel et Willfarth[2] ont employé un sable absolument dépourvu de substances organiques, qu'ils arrosaient avec une dissolution contenant tous les sels minéraux indispensables aux plantes; ils ont constaté qu'un pareil sol n'est pas approprié à la vie des végétaux; une graine quelconque en s'y développant ne parvient à augmenter sa matière sèche que de faibles quantités, l'azote principalement y reste stationnaire.

Mais une simple modification de l'expérience a permis à ces opérateurs d'obtenir des résultats nouveaux et tout à fait remarquables. Ils ont provoqué, par un ensemencement convenable, la formation sur les racines des légumineuses de tubercules remplis de bactéries; et ce sol artificiel, semblable à ceux qui avaient servi à Boussingault, jusque-là stérile, devint capable d'amener les légumineuses à un complet développement.

Les tubercules ne se développent que sur les racines des légumineuses; on peut presque toujours les faire apparaître, lorsqu'on arrose le pied de la plante, après l'épuisement des cotylédons, avec de l'eau dans laquelle on a délayé un peu de terre ayant déjà porté une plante de la même famille.

1. Voy *Ann. agron.*, t. XII, p. 521.
2. Voy. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 330, et t. XIV, p. 231.

Les expériences réalisées sont tellement nombreuses, qu'on ne peut pas attribuer les résultats à un simple hasard.

Contentons-nous d'en citer deux seulement : un sable, privé d'azote, mais contenant les autres éléments indispensables aux végétaux, fut arrosé avec quelques centimètres cubes d'eau de délayage de terre. La quantité d'azote fournie ainsi au sable variait entre $0^{gr}$ 0003 et $0^{gr}$ 0007. Une graine de pois a donné sur ce sable une récolte sèche de $33^{gr}$ 147 sans compter les racines. Une graine de lupin a donné $44^{gr}$ 73 de récolte sèche, contenant $1^{gr}$099 d'azote.

On a voulu s'assurer que c'est bien l'eau de délayage de la terre qui est la cause du développement des tubercules; on a stérilisé cette eau par la chaleur, les légumineuses arrosées avec ce liquide n'ont pas porté de tubercules et ne se sont pas développées.

### Des tubercules et des bactéries.

Dans le courant du mois de mai dernier j'ai pu me procurer des tubercules qui avaient poussé sur les racines d'un pied de luzerne végétant dans le jardin du Muséum. J'avais creusé une fosse au pied de la plante, et en enlevant la terre avec précaution, je m'approchais peu à peu des racines. Les tubercules étaient retenus par des brins de chevelu extrêmement fin; je n'aurais pas pu les obtenir en essayant d'arracher la plante, comme j'étais tenté de le faire, parce que ces brins seraient restés dans la terre, avec laquelle ils se confondent absolument par la couleur.

Cependant en opérant avec suffisamment de patience, j'ai pu me procurer un certain nombre de tubercules; leur diamètre était alors de moins d'un millimètre; depuis cette époque j'en ai pu obtenir de beaucoup plus gros.

Lorsque j'écrasais sur une lame de verre, dans une goutte d'eau distillée, un de ces tubercules, il en sortait un liquide blanchâtre, qui sous le microscope à grand grossissement laissait voir des grains arrondis réfractant fortement la lumière, et entre ces grains un très grand nombre de corps allongés présentant l'apparence de bactéries. Ce sont des filaments très fins, renflés aux extrémités; quelques-uns se bifurquent et prennent la forme d'un i grec; on voit très bien qu'ils ont un mouvement de rotation autour de leur axe longitudinal. On les distingue encore mieux si l'on fait pénétrer sous la lamelle de verre une goutelette d'iode dissous dans l'iodure de

potassium ; les grains ronds réfringents deviennent bleus ou violets; les bactéries continuent à s'agiter pendant des heures dans ce liquide vénéneux.

Le fait que ces corpuscules allongés continuent à s'agiter pendant des heures dans une dissolution d'iode a fait douter qu'ils soient de véritables bactéries. M. Frank, avec les botanistes, les avait toujours considérés comme des êtres vivants; mais son élève, M. Tschirch, qui les a étudiés avec soin, les classe parmi les corps bactériformes. Ce ne serait qu'une matière albuminoïde de réserve que la plante logerait dans ces tubercules, et qui affecterait la forme de bactéries.

Qu'il nous soit permis ici de faire observer que ces nodosités se montrent d'autant plus abondamment sur les racines, que la légumineuse végète sur un terrain plus pauvre en matière azotée ; pourquoi alors la plante mettrait-elle en réserve la matière dont elle a le plus besoin pour former ses organes? Dans les cultures sur l'eau, que nous décrirons un peu plus loin, et où le liquide ne tenait en dissolution que du chlorure de potassium et du phosphate de chaux, les racines étaient devenues des chapelets de tubercules. Nous faisons des cultures sur l'eau depuis plus de dix ans, et jamais nous n'avions remarqué de nodosités sur les racines. Elles se sont seulement montrées après que nous avions pratiqué les ensemencements.

Pour expliquer le mouvement de ces corpuscules dans les liquides vénéneux, nous n'avons qu'à rappeler les travaux de M. Cohn[1] qui a fait une étude spéciale des bactéries. Ces petits êtres sont entourés d'une membrane protectrice, qui leur permet de résister à un grand nombre de réactifs chimiques.

J'incline, à la suite de MM. Hellriegel et Willfarth, à croire que ces corpuscules sont des bactéries, par la raison que j'ai pu faire apparaître les nodosités qui les renferment par des ensemencements et des inoculations, ainsi qu'on le verra dans le cours de ce mémoire; par cette raison que j'ai pu les propager dans des liqueurs nutritives obtenues en faisant bouillir dans l'eau les racines des légumineuses.

Ce bouillon de racines était additionné de traces de phosphate d'ammoniaque; je le stérilisai à 100°. Après refroidissement, je l'ensemençai en y plongeant une fine pointe de verre, que j'avais

1. *Beitræge zur Biologie der Pflanzen*, 1872, 1875, 1876, 1879.

au préalable piquée dans un tubercule provenant de la racine. Après trois à cinq jours le liquide est rempli de bactéries mobiles; je m'en suis servi pour ensemencer un second ballon stérilisé; et à l'aide de celui-ci j'ai encore propagé les bactéries dans un troisième bouillon de culture.

J'ai examiné les corps bactériformes d'autres légumineuses, ceux du lupin, du pois, des lentilles, de l'acacia, je leur ai toujours trouvé la même forme de filament renflé aux deux bouts, quelquefois même au milieu. Souvent ces corps se rétrécissent et prennent la forme de zooglœa : c'est une masse gélatineuse irrégulière, nageant dans la goutte d'eau sous la lamelle de verre, en se tournant dans tous les sens, sans arriver au repos; elle se colore en violet avec l'iode; les zooglœa restent généralement en compagnie de quelques bactéries.

J'ai reçu, par les soins de M. Vial, jardinier en chef du cimetière de l'Est, des racines de colutea (baguenaudier) et de cytise; elles étaient garnies de tubercules, et les mêmes bactéries se laissaient apercevoir sous le microscope.

Les tubercules étant bourrés de ces organismes vivants, il était à supposer que leur substance est très riche en azote. Ayant pu me procurer en quantité suffisante des tubercules d'acacia, de pois, de lentilles, de haricots et de lupin, j'ai fait les dosages d'azote avec la chaux sodée; j'ai également fait le dosage de l'azote dans la racine adhérente et quelquefois dans les tiges; toujours les tubercules étaient les plus riches.

*Acacia.* — Les tubercules avaient jusqu'à 3 à 4 millimètres de diamètre; je les dois à l'obligeance de M. Nottin. Desséchés à 100 degrés ils donnaient 20 p. 100 de matière sèche; j'y ai dosé 3.25 p. 100 d'azote, les racines avoisinantes en contenaient encore 2.3 p. 100.

*Pois.* — Les tubercules provenaient de plantes qui s'étaient développées sur l'eau. Séchés à 100 degrés, ils contenaient 2.60 p. 100 d'azote. Les radicelles adhérentes n'en contenaient que 2.07, les tiges et les feuilles 2.20.

*Lupin.* — Il était venu dans une terre sablonneuse, et avait fini de fleurir; j'ai trouvé dans les tubercules secs 3.3 p. 100 d'azote; dans le chevelu des racines 2.5; dans le pivot voisin de la tige 0.8 p. 100 seulement.

*Haricots.* — Ils avaient poussé en pleine terre de jardin. Une

première fois, je recueillis les tubercules avant la floraison; ils contenaient 3.8 p. 100 d'azote, les tiges avec leurs feuilles n'en contenaient que 2.3. Quinze jours plus tard les haricots étaient en floraison; les tubercules contenaient 4.6 p. 100 d'azote, les racines 2.9 p. 100, les tiges avec leurs feuilles et fleurs 3.1.

*Lentilles.* — Elles venaient d'une bonne terre, elles avaient fini de fleurir; les tubercules contenaient 7 p. 100 d'azote, les racines 1.8 p. 100.

D'autres lentilles s'étaient développées dans du gravier qui avait été additionné d'humate de chaux. Les tubercules donnèrent 5.6 p. 100 d'azote.

Résumons tous ces chiffres dans un tableau.

AZOTE CONTENU DANS 100 DE MATIÈRE SÈCHE.

| | ACACIA. | POIS. | LUPIN. | HARICOT | | LENTILLES. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Avant de fleurir. | Après floraison. | Bonne terre. | Gravier et humate de chaux. |
| Tubercules | 3.25 | 2.08 | 3.3 | 3.8 | 4.6 | 7.0 | 5.6 |
| Tiges et feuilles | ..... | ..... | ..... | 2.3 | 3.1 | ..... | ..... |
| Chevelu des racines | ..... | ..... | 2.5 | ..... | ..... | 1.8 | ..... |
| Grosses racines | 2.3 | 2.30 | 0.8 | ..... | 2.9 | ..... | ..... |

Ce tableau nous fait voir que de toutes les parties de la plante analysées, les tubercules étaient les plus fortement azotés; cette richesse semble indiquer le rôle qu'ils ont à remplir, de distribuer de la matière azotée dans les diverses partie de la plante. Dans le règne végétal, il n'y a guère que les graines ou les champignons qui soient capables d'emmagasiner une quantité d'azote aussi considérable dans leurs tissus.

J'ai essayé de propager les bactéries sur différentes cultures, qui ont toutes duré un peu moins de deux mois, et dont je vais entretenir le lecteur.

**Cultures sur l'eau ensemencée de bactéries.**

Le 15 mai dernier j'avais fait germer sur l'eau des graines de pois; je me suis proposé de continuer leur culture sur l'eau, après y avoir dissous les sels nécessaires aux plantes, à l'exclusion de toute matière azotée; je mettais dans l'eau 1 gramme de chlorure de potassium par litre et un peu de phosphate de chaux. J'avais ajouté à l'eau le liquide provenant de l'écrasement d'un tubercule de luzerne; je me demandais si les bactéries de la luzerne pourraient dans ces conditions produire des tubercules sur les racines des pois.

Rappelons ici le dispositif que nous employons pour les cultures sur des liquides nourriciers. Nous nous servons de flacons de verre à large gouleau de 3 à 8 décilitres de capacité; nous cherchons à en protéger le contenu contre l'échauffement et la lumière provenant des rayons solaires en les entourant de papier opaque, ou en les plaçant dans des pots de fleur remplis de terre. La graine est suspendue au-dessus de l'eau au moyen d'une baguette de verre, courbée trois fois au chalumeau, de façon à lui donner la forme de deux V à branches parallèles; la racine descend entre les deux V jusque dans l'eau, et la graine repose sur ceux-ci. Lorsque la plante atteint une certaine hauteur, on fixe avec des fils de fer des baguettes contre les parois extérieures du flacon, et on y attache la plante.

En assujettissant convenablement le végétal, en évitant l'éclairement[1] et l'échauffement des racines par les rayons solaires, en renouvelant de temps en temps le liquide nourricier, nous arrivons à cultiver en plein air des haricots, des lentilles, des pois, jusqu'à la floraison et la maturation des fruits.

Revenons aux pois enracinés dans un liquide nourricier, ne contenant pas de substance azotée. Nous avons ensemencé le liquide avec les bactéries provenant de la luzerne en y écrasant simplement un tubercule. La culture avait été commencée le 19 mai. Les pois fleurissaient le 5 juillet; la tige avait atteint une longueur de $0^m$ 70; les racines qui se répandaient abondamment dans tout le flacon, portaient des chapelets de tubercules. Un de ces tubercules,

1. L'éclairement du liquide dans lequel est enracinée une plante y occasionne le développement d'un nombre infini de petites algues vertes microscopiques. Lorsque le liquide nourricier reste obscur, il s'y développe d'autres organismes incolores, qui lui communiquent souvent une odeur putride. Dans ce cas il importe de le changer.

écrasé sur une lame de verre, dans une goutelette d'eau distillée, donnait le même liquide blanchâtre, que nous avions déjà observé quand nous écrasions les tubercules de la luzerne ; sous le microscope nous y retrouvions les grains bleuissant avec l'iode, et ce nombre très grand de filaments en mouvement, qui sont parfois chargés de spores, et qui prennent souvent la forme de zooglœa.

Ainsi les bactéries de la luzerne, répandues dans l'eau sur laquelle végétaient des pois, se sont multipliées, et ont formé des tubercules sur ces plantes.

L'expérience fut arrêtée le 10 juillet. Cinq plantes furent séchées à 100°; j'ai dosé l'azote contenu dans les tubercules, dans les feuilles et les tiges réunies, voici les poids obtenus :

POIDS ET TENEUR EN AZOTE DE CINQ POIS DÉVELOPPÉS SUR L'EAU ENSEMENCÉE AVEC LES BACTÉRIES D'UN PIED DE LUZERNE.

| | POIDS après dessiccation à 100°. | AZOTE. | AZOTE P. 100 de matière. |
|---|---|---|---|
| | Gr. | Gr. | |
| Tubercules et racines adhérentes..... | 0.900 | 0.0266 | 2.68 |
| Racines.............................. | 0.725 | 0.0150 | 2.07 |
| Tiges et feuilles.................... | 2.475 | 0.0540 | 2.20 |
| Plantes entières.................... | 4.100 | 0.0856 | |
| Les cinq graines.................... | 1.255 | 0.0460 | 3.70 |
| Gain effectué sur les cinq graines..... | 2.935 | 0.0396 | |

Nous voyons, par ce tableau, que les cinq graines, en se développant sur une eau ne contenant pas de matière azotée, ont augmenté et leur teneur en substance sèche, et leur richesse en azote.

Nous remarquons, aussi que la quantité totale d'azote combiné dans les tubercules est plus forte que dans les racines, et que la quantité d'azote p. 100 de tubercules secs est supérieure à celle qui existe dans 100 de racines sèches. De nombreuses analyses, que nous avons données plus haut, confirment ce fait que les tubercules sont constitués avec une matière plus fortement azotée que celle des racines qui les portent.

**Culture sur le gravier, après inoculation des bactéries sur la racine.**

Deux graines de lupin, qui avaient été mises en germination sur du papier à filtre maintenu humide, avaient atteint le même degré de développement; le 10 mai, avec une fine aiguille trempée dans le liquide blanchâtre qui remplit les tubercules de luzerne, je fais une piqûre sur la racine de l'un des lupins. J'enracine ensuite les deux plants l'un à côté de l'autre dans un pot de fleur contenant 1 kilogramme de gravier. J'arrose avec une dissolution de chlorure de potassium et de phosphate de chaux.

Les deux plantes se développèrent d'une façon inégale; celle qui avait été piquée forma une grosse tige, garnie de beaucoup de feuilles très vertes; elle porta des fleurs et des fruits qui seraient arrivés à maturité si l'expérience avait duré plus longtemps; l'autre plante, non piquée, resta chétive, avec des feuilles pâles, petites.

Les plantes furent déracinées le 30 juin. Le lupin piqué avait les racines moins développées que son voisin, mais elles étaient très garnies de tubercules, tandis que l'autre n'en avait pas.

Remarquons de suite que cette expérience nous prouve que la bactérie de la luzerne peut se développer sur la racine du lupin, qu'elle peut y être inoculée par une piqûre; qu'une fois fixée sur le végétal, elle y provoque la formation de tubercules, et qu'elle semble être suffisamment bien emprisonnée dans ces tubercules pour ne plus pouvoir se diffuser dans l'eau qui baigne les racines, et se répandre de là sur celles d'une plante semblable et tout à fait voisine.

J'ai pesé les deux plants frais, et puis séchés à 100°. Dans leur substance sèche, j'ai dosé l'azote par la chaux sodée.

*Plant de lupin piqué.*

| | Gr. |
|---|---|
| Poids de la matière fraîche | 12.10 |
| — — sèche | 2.00 |
| Azote contenu | 0.0335 |

Une graine de lupin sèche ne pesant que 0gr 315, nous voyons que le jeune plant avait augmenté six fois la matière sèche de sa graine. La graine de lupin ne donne à l'analyse que 0gr 0126 d'azote, il a donc augmenté de deux fois et demie le poids de cet élément.

Le plant de lupin non piqué avait augmenté quatre fois la matière sèche de la graine; mais comme l'azote était resté stationnaire (l'ana-

lyse n'a accusé qu'une augmentation de 0gr003), on peut dire que nous n'avions là que ce que Boussingault appelait une plante limite.

Dans cette expérience, nous avions deux plants de lupin vivant ensemble sur un kilogramme de sable; ce sol leur était tellement insuffisant, que les racines des deux plantes étaient véritablement entrelacées. L'un des lupins parvint seul à se développer et il aurait sûrement fini par étouffer l'autre si l'expérience s'était prolongée; et c'est le lupin dont les racines portaient les bactéries qui l'emportait dans cette lutte pour l'existence.

**Culture sur le gravier ensemencé de bactéries.**

Le 19 mai, un pois qui avait germé sur la terre à luzerne, avait fait une racine d'environ 0m02 et une tigelle de même longueur; je l'ai transplanté dans un pot de fleur rempli de gravier, de 3 litres de capacité. Le gravier était arrosé de temps en temps avec de l'eau contenant du chlorure de potassium et du phosphate de chaux. La plante était exposée en plein air, et se développa rapidement. Le 10 juillet elle portait trois siliques dont une mûre, les autres auraient mûri si l'on avait continué l'expérience. La végétation sur le gravier avait duré cinquante jours; la racine fut débarrassée du gravier, elle avait 0m25 de longueur. Elle était garnie de tubercules; la tige mesurait 1m20.

Voici les nombres que me donnèrent les pesées :

| | POIDS FRAIS. | POIDS SEC. | AZOTE POUR 100 DE MATIÈRE SÈCHE. | AZOTE. |
|---|---|---|---|---|
| | Gr. | Gr. | Gr. | Gr. |
| Tige.... ............ | 31.0 | 6.0 | 2.6 | 0.1560 |
| Racine............... | 10.5 | 3.6 | 2.1 | 0.0756 |
| Plante totale....... | 41.5 | 9.6 | ........ | 0.2316 |
| Une graine de pois.... | ........ | 0.250 | 3.7 | 0.0093 |

Par ce tableau nous voyons que la plante a gagné trente-huit fois le poids de la graine; et tout près de vingt-cinq fois l'azote de la graine.

Les bactéries s'étaient fixées sur la plante pendant qu'elle était en germination et en contact avec la terre à luzerne, ou bien encore ces bactéries avaient été transplantées dans le gravier par la terre qui restait adhérente aux racines de la graine.

**Enrichissement du sol par les racines et les débris des légumineuses.**

Cette culture d'un pois sur du gravier, qui n'a été arrosé, pendant les cinquante jours qu'a durés sa végétation, qu'avec de l'eau contenant du chlorure de potassium et du phosphate de chaux, nous donne une idée de la richesse que les légumineuses accumulent dans la terre.

Sans tenir compte des feuilles mortes qu'il a reçues de la plante, nous voyons que le gravier a été enrichi de 3gr 6 de matière organique, poids des racines, et de 0gr 0756 d'azote qu'elles renfermaient. Le gain réalisé en cinquante jours était réparti sur 3 kilogrammes de gravier.

Cette expérience vient bien à l'appui des démonstrations de M. Georges Ville relativement à l'enrichissement des terres par les cultures et des séries d'analyses de MM. Berthelot et André prouvant le gain en azote des terres en contact avec l'air atmosphérique.

Les légumineuses exercent une action tout à fait manifeste dans la fixation de l'azote sur la terre arable. Leurs racines excessivement puissantes occupent le sol jusqu'à une très grande profondeur et les nombreux dosages dont nous avons donné les résultats montrent quelle en est la richesse en azote; nous le reconnaîtrons encore mieux si nous mettons en regard la teneur en azote des racines du blé déterminée par MM. Dehérain et Mayer[1].

*Composition centésimale des racines de blé.*

| | 31 mai. | 13 juin. | 16 juillet. | 23 juillet. | 30 juillet. |
|---|---|---|---|---|---|
| Azote | 1.01 | 0.78 | 0.51 | 0.40 | 0.36 |

Nous pouvons maintenant bien comprendre pourquoi un champ

1. *Ann. agron.*, t. VIII, p. 28.

cultivé en légumineuse pendant plusieurs années de suite laisse la terre enrichie en matière azotée, quoique les coupes successives qu'on avait faites aient contenu ces matières en abondance. Cette famille de plantes ne prend pas l'azote au sol ni aux engrais; et elle garnit la terre de ses puissantes racines si azotées; les autres cultures, telles que le blé, les betteraves, vivent de l'azote du sol et des fumures, et sont loin de laisser, après les récoltes, autant de racines et surtout des racines aussi riches en azote. Rappelons ici les résultats d'une expérience qui a duré près de dix ans, effectuée par M. Dehérain sur les champs d'expériences de Grignon : une terre analysée en 1879 contenait 1.45 pour 1000 d'azote; depuis cette date jusqu'en 1887 cette terre était couverte de légumineuses, et en 1887 l'analyse y indiqua 1.80 pour 1000 d'azote.

M. Frank a obtenu également d'intéressants résultats avec la culture du lupin dans du sable stérile. Dans une de ses expériences l'azote contenu dans la récolte était à celui des graines dans le rapport des nombres 7.378 à 1.800. L'azote dans le sable qui avait servi de support aux plantes n'avait augmenté que dans le rapport de 46 à 23. M. Frank n'a trouvé que cette augmentation relativement faible dans le taux de l'azote du sable, parce qu'avant d'en faire l'analyse, il avait eu soin d'en séparer avec le tamis toutes les racines qui y existaient. Cela montre bien que ces bactéries n'effectuent leur travail que dans les racines des plantes, et qu'elles ne se diffusent pas au dehors dans la terre; une des expériences que j'ai décrites plus haut, avec deux lupins végétant ensemble dans le même pot rempli de gravier, le démontrait également[1].

## RÉSUMÉ

Les légumineuses sont des plantes qui enrichissent le sol : les principes azotés qui entrent en abondance dans la constitution de leurs tissus ne proviennent ni de la terre, ni des engrais, et elles laissent au sol par leurs feuilles tombées et leurs racines une importante réserve d'azote combiné.

C'est à l'air que les légumineuses empruntent leur azote, par

1. Ce travail était déjà à l'impression quand j'ai reçu une très importante brochure de M. Frank sur l'assimilation de l'azote par les plantes (*Ueber die Ernährung der Pflanze mit Stickstoff*). J'en rendrai compte dans un des prochains numéros des *Annales*.

l'intermédiaire des bactéries qui sont renfermées en nombre incalculable dans les tubercules qui garnissent leurs racines.

Il suffit de semer ces bactéries dans un sol ne contenant pas de matière azotée, pour le rendre apte à la culture des légumineuses si toutefois il contient les autres substances nécessaires aux plantes; mais ce sol restera stérile pour les plantes qui ne font pas partie de la famille des légumineuses.

Les tubercules constituent une substance fortement azotée, comparable sous ce rapport aux champignons, on les a trouvés plus riches en azote que les racines et que les tiges et les feuilles de la plante qui les portait.

Les bactéries de la luzerne ont été semées sur des pois enracinés dans l'eau, et elles ont produit d'abondants tubercules sur leurs racines; il a suffi, pour effectuer l'ensemencement, d'écraser dans cette eau un tubercule provenant d'un pied de luzerne. Les pois ont augmenté la matière sèche et l'azote de leurs graines.

Les mêmes bactéries ont été inoculées par piqûre sur les racines d'un pied de lupin; elles y ont fait naître d'abondants tubercules, et la plante, tout en végétant sur un sol privé de matières organiques et de matières azotées, a gagné du carbone et surtout de l'azote; tandis qu'un autre lupin, qui vivait sur le même sable, qui avait ses racines entremêlées en quelque sorte avec les racines du premier lupin, mais qui n'avait pas été inoculé, n'a pas produit de tubercules, et n'a augmenté son azote que d'une quantité insignifiante.

Un pois qui avait germé sur de la terre où avait poussé de la luzerne, transporté dans le gravier privé de matières azotées, a donné trente-huit fois la matière sèche et vingt-cinq fois l'azote de sa graine. Les racines étaient garnies de tubercules, elles étaient formées de $3^{gr}6$ de matière sèche contenant $0^{gr}075$ d'azote.

Cette quantité considérable de matière sèche azotée, que les racines de la plante avaient accumulée en très peu de temps dans le gravier, confirme les résultats que M. Georges Ville a obtenus depuis trente ans dans ses cultures expérimentales; le travail souterrain des bactéries logées sur les racines des légumineuses a bien pour résultat l'enrichissement de la terre en matière azotée, enrichissement que MM. Berthelot et André ont constaté par de nombreux dosages; il explique clairement comment M. Dehérain a pu trouver une augmentation de $0^{gr}35$ d'azote par 1000 grammes de terre, dans un champ couvert de légumineuses pendant neuf ans; car si,

par un petit calcul, on détermine quel est le gain d'azote de tout le sol occupé par les racines de la plante, on trouve que ce gain dépasse de beaucoup celui que lui aurait apporté la plus forte fumure pratiquée en agriculture.

---

# COUPE-RACINES AGRICOLES ET INDUSTRIELS

## FORMULES PRATIQUES

PAR

**MAXIMILIEN RINGELMANN**

Professeur à l'École de Grignon
Directeur de la station d'essais de machines agricoles.

Lorsqu'il s'agit d'installer un coupe-racines, soit à l'usage d'une exploitation agricole, soit à l'usage d'une usine (sucrerie ou distillerie de betteraves), l'ingénieur éprouve des difficultés pour bien déterminer les différentes dimensions et les conditions de fonctionnement de la machine suivant le travail qu'elle doit fournir ; dans la plupart des cas il procède par tâtonnements en comparant la machine qu'il veut installer à d'autres analogues déjà en fonction et calcule les rendements d'une façon toute approximative

Il y a donc un certain intérêt à posséder sur les coupe-racines des données précises qui permettent de déterminer avec exactitude toutes les questions relatives à ces machines ; c'est ce que je me suis proposé de faire en établissant les *formules pratiques* dérivées de mes nombreuses expériences sur les coupe-racines.

Ces formules pratiques permettent de résoudre les différents problèmes relatifs à ces machines, et parmi lesquels je citerai les suivants :

*A*. La force motrice disponible étant connue, ainsi que le système de coupe-racines à employer :

1° Quelle sera la quantité de racines coupées (à une dimension donnée) par unité de temps?

2° Quel est le nombre de tours nécessaire pour débiter la quantité précédente de racines?

3° Quelle est la vitesse, limite maximum, qu'il convient de donner au disque coupeur dans ces conditions?

*B*. Connaissant les dimensions du coupe-racines, déterminer la force motrice nécessaire.

*C.* Connaissant la force motrice et le temps disponibles pour couper une certaine quantité de racines, déterminer les dimensions à donner à la machine.

Si l'on examine attentivement ces différentes questions, on constate qu'elles sont en fonction de trois données principales :

1° Le travail mécanique nécessaire à la coupe;

2° Le nombre de tours nécessaire pour couper une quantité donnée de racines ;

3° La vitesse du disque-coupeur.

Il s'agit donc d'examiner successivement chacune de ces questions dans l'ordre qui vient d'être indiqué, et considérer dans chaque cas la forme suivant laquelle la machine doit débiter les racines : en tranches, en cossettes ou en languettes[1].

1. Lorsqu'on débite en *tranches* on se sert de lames dont le tranchant est continu ; au contraire, pour couper les racines en rubans appelés *cossettes*, on emploie des lames dont le tranchant interrompu forme une série de dents dont la longueur est égale à la largeur que l'on veut donner à la cossette. La cossette a pour section un trapèze dont les deux bases ont été coupées par les couteaux; les deux faces inclinées ont été obtenues par arrachement. On débite encore en prismes rectangulaires coupés sur les quatre faces, portant le nom de *languettes*. Les lames sont fixées sur un disque circulaire tournant, soit dans un plan vertical, comme dans les machines agricoles soit dans un plan horizontal comme dans les coupe-racines industriels (coupe-racines à plateaux); les lames sont encore fixées sur un cylindre (coupe-racines cylindriques) ou sur un tronc de cône (coupe-racines coniques).

Les tranches, cossettes ou languettes ont pour longueur la plus grande que l'on puisse obtenir dans les racines suivant leur position, dans la trémie, relativement aux lames; leur section doit avoir certaines dimensions suivant les animaux auxquels elles sont destinées. Voici ces dimensions moyennes exprimées en millimètres :

| | |
|---|---|
| Bœufs, vaches | 40 × 15 |
| Veaux | 30 × 15 |
| Moutons | 20 × 20 |
| Agneaux | 10 × 10 |

Les machines industrielles donnent des cossettes de 3 à 5 millimètres d'épaisseur ; on débite encore en languettes à l'aide de couteaux dits à lamelles; dans certaines usines on coupe des cossettes de sections diverses obtenues avec des couteaux de différents systèmes dont voici un aperçu :

| Lames employées. | Section des cossettes. |
|---|---|
| Faitière | V |
| Goller et Wasgestichan | V |
| A ancre | V à branches courbes. |
| Double V | W |
| Double faitière | W |
| Croissant | ⌒ |

## PREMIÈRE PARTIE

### TRAVAIL MÉCANIQUE DÉPENSÉ

Le travail mécanique absorbé par un coupe-racines n'est pas entièrement employé pour la coupe des racines, une partie est absorbée par la machine elle-même pour faire équilibre à ses différentes résistances passives, il y a donc lieu de décomposer le travail mécanique total en :

1° Le *travail utile* nécessaire à la coupe ;

2° Le *travail à vide*.

### I. — Travail utile.

#### BASE DE LA FORMULE

Lorsqu'on fait des expériences sur les coupe-racines, on prend ordinairement comme base une unité très commode, il est vrai, mais fort peu exacte : le kilogramme.

Le débit d'un coupe-racines étant influencé par sa vitesse, la longueur et le nombre de ses lames, on conçoit qu'une machine coupera, pour un même nombre de tours, un poids plus ou moins grand de racines suivant la densité de ces dernières et l'épaisseur coupée ; mais la machine débitera une *surface de coupe* presque constante.

La base adoptée est donc l'unité de surface. On peut facilement transformer en poids la surface coupée à l'aide de l'équation :

$$K = sed \qquad (1)$$

dans laquelle K représente le nombre de kilogrammes, $s$ la surface coupée, $e$ l'épaisseur de coupe et $d$ la densité des racines.

#### TRAVAIL UTILE NÉCESSAIRE A LA COUPE

Ce travail, estimé par mètre carré coupé, est directement proportionnel à l'épaisseur à enlever.

D'après 174 expériences dynamométriques, effectuées sur différents systèmes de coupe-racines alimentés avec dix variétés de betteraves, divers tubercules, etc., le travail mécanique utile, nécessaire pour couper un mètre carré, à un millimètre d'épaisseur, est de 34.75 kilogrammètres.

L'application de ce chiffre varie suivant que l'on coupe en tranches, en cossettes ou en languettes :

*a. Tranches.*

Pour couper une surface de un mètre carré en tranches, il faut dépenser, par millimètre d'épaisseur, un travail mécanique de 34.75 kilogrammètres[1].

D'après cette donnée on peut déterminer le travail mécanique nécessaire pour couper un certain poids de racines : si K représente ce poids, $d$ la densité de ces racines estimée au mètre cube comme on le fait généralement, le travail mécanique T nécessaire est donné par :

$$T = 34750 \frac{K}{d}. \tag{2}$$

On voit en discutant l'équation (2) que le minimum de la fraction $\frac{K}{d}$ correspond au maximum de $d$, la valeur de K restant constante; d'où la loi suivante :

*La quantité de travail mécanique utile, nécessaire pour couper un kilogramme de racines, est en raison inverse de la densité de ces racines et indépendante de l'épaisseur à couper.* — La densité des racines étant comprise entre 850 et 1130, pour couper un kilogramme il faut dépenser un travail mécanique qui varie entre

| | |
|---|---|
| 30.719 kilogrammètres pour une densité de .......... | 1130 |
| 40.657 kilogrammètres pour une densité............. | 850 |

On voit que les divergences des résultats donnés par quelques auteurs tiennent à ce qu'ils ont négligé d'introduire la densité des racines dans leurs calculs.

*b. Cossettes.*

Un doigt de lame à cossette de largeur $l$ (fig. 1), fonctionnant à l'épaisseur $e$, donne des rubans dont la section est un trapèze (fig. 2). La petite base est représentée par la longueur $l$ de chaque doigt de

1. Le travail mécanique dépensé pour couper un mètre carré à l'épaisseur $e$ est donc de

$$34.75 \times e$$

D'après l'équation (1), un poids K de racines coupées à l'épaisseur $e$, leur densité étant indiquée par $d$, donne une surface de coupe représentée par la fraction $\frac{K}{ed}$ de sorte que le travail mécanique T nécessaire pour couper K kilogrammes de racines en tranches est donné par :

$$T = 34750e \frac{K}{ed}$$

ou en simplifiant :

$$T = 34750 \frac{K}{d}.$$

la lame ; les deux côtés arrachés ont une pente moyenne voisine de 45°, de sorte que la grande base $b$ a pour mesure

$$b = l + 2e.$$

On voit que pour une longueur constante $l$ de doigt de lame, la longueur $b$ augmente avec l'épaisseur $e$ des cossettes coupées.

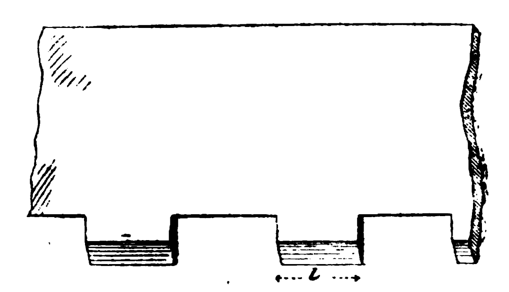



Fig. 1. — Lame à doigts pour cossettes.

Dans ce cas, le travail mécanique nécessaire à la *coupe* de la petite base $l$ se complique d'un travail d'*arrachement* des côtés

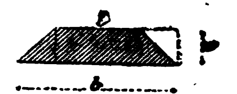



Fig. 2. — Section d'une cossette.

latéraux de la cossette. On peut admettre avec une très grande approximation que la somme de ces deux travaux élémentaires, de coupe et d'arrachement, revient à celui que demanderait la coupe de la grande base $b$ de la cossette [1].

1. Chaque doigt de longueur $l$ donne donc une longueur de coupe représentée par

$$l + 2e$$

le nombre de cossettes coupées par mètre est représenté par la fraction $\frac{1}{l}$.

Par conséquent, pour couper une surface de 1 mètre carré de cossettes avec des doigts de longueur de coupe $l$, cela revient à couper une surface de

$$1 + \frac{2e}{l}$$

Le travail mécanique nécessaire pour couper un mètre carré à l'épaisseur $e$ est donc de

$$34.75\left(1 + \frac{2e}{l}\right)e$$

Si l'on discute cette équation on trouve que son minimum correspond au maximum de $l$, c'est-à-dire lorsque la cossette devient tranche ; dans ce cas, il n'y a plus d'arrache-

Le travail mécanique T dépensé pour couper un certain poids K de racines en cossettes, à l'épaisseur $e$; $l$ représentant la longueur des doigts des lames et $d$ la densité des racines, est donné par

$$(3) \qquad T = 34750 \frac{K}{d}\left(1 + \frac{2e}{l}\right)$$

*Nota.* — Le volume enlevé peut être considéré comme un prisme rectangulaire dont la base aurait $l + e$ et $e$ de côté (voir troisième partie).

*c. Languettes.*

Les languettes ont pour section un rectangle (fig. 3) dont les côtés

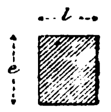



Fig. 3. — Section d'une languette

sont $e$ et $l$, $e$ étant l'épaisseur de la cossette ; les longueurs de coupe de chaque lame élémentaire ont pour dimensions respectives les dimensions des languettes ; la lame $e$ est toujours dans une direction perpendiculaire à la surface du disque coupeur[1].

ment et le terme $2e$ disparaît. C'est ce que l'on constate en pratique : plus les doigts des lames sont courts, plus la machine exige de travail mécanique, toutes choses égales d'ailleurs, que quand les doigts sont longs; aussi a-t-on intérêt à ne pas diminuer plus qu'il ne faut cette longueur $l$ de chaque doigt.

Pour couper un certain nombre de kilogrammes K à l'épaisseur $e$ il faut dépenser un travail mécanique T :

$$T = 34750\left(1 + \frac{2e}{l}\right) e \frac{K}{ed}$$

ou en simplifiant :

$$T = 34750 \frac{K}{d}\left(1 + \frac{2e}{l}\right).$$

1. La coupe d'une surface donnée se compose de la coupe de cette surface $l$ à l'épaisseur $e$ plus celle de la surface $e$. Par mètre carré coupé, la surface totale de coupe a donc pour expression :

$$\left(1 + \frac{e}{l}\right).$$

Le travail mécanique nécessaire pour couper K kilogrammes à l'épaisseur $e$ est

$$T = 34750\left(1 + \frac{e}{l}\right) e \frac{K}{ed}$$

ou en simplifiant

$$T = 34750 \frac{K}{d}\left(1 + \frac{e}{l}\right)$$

Le travail mécanique T nécessaire à la coupe d'un certain nombre de kilogrammes K de racines a pour expression

$$(4) \qquad T = 34750 \frac{K}{d}\left(1 + \frac{e}{l}\right).$$

En discutant l'équation (4) on remarque que le minimum de T a lieu pour le maximum de $l$. Dans le cas des languettes à section carrée

$$l = e; \frac{e}{l} = 1$$

et on a

$$T = 34750 \frac{K}{d} \times 2 = 69500 \frac{K}{d}.$$

Le maximum de l'équation (4) correspond au minimum de $l$; en effet, pour couper un même volume de racines, les languettes ayant $l = 0^m\ 005$ (fig. 4) il y a le double de surface $e$ à enlever que quand les languettes ont, pour valeur de $l$, $0^m\ 010$ par exemple.

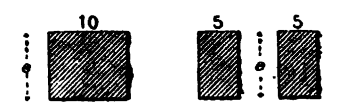



Fig. 4. — Comparaison des languettes de différentes sections.

Il y a donc intérêt, au point de vue du travail mécanique dépensé, à augmenter autant que possible la largeur des languettes; il en était de même pour les cossettes ainsi que nous l'avons constaté plus haut.

On voit également comment l'on peut appliquer les équations précédentes aux couteaux, à sections diverses, employés pour la diffusion.

### II. — Travail à vide.

Le travail à vide est celui qui est nécessaire au mouvement du disque-coupeur; il doit faire équilibre aux frottements de glissement de l'arbre dans ses coussinets.

L'évaluation du travail à vide dépend du poids des pièces en mouvement et de leur vitesse ou nombre de tours; les calculs relatifs aux coupe-racines sont ceux que l'on emploie dans la mécanique générale; je n'y insisterai donc pas.

Pour les coupe-racines agricoles en bon état de propreté, les coussinets en fonte étant bien nettoyés, le travail mécanique dépensé à vide et par tour varie de 0.86 à 1.94 kilogrammètres. Mais ces con-

ditions ne se rencontrent jamais dans la pratique; les coupe-racines étant très rarement tenus propres, les coussinets se remplissent de terre, et le travail mécanique à vide, par tour, est en moyenne de 2.60 kilogrammètres (dans les machines en très mauvais état, il peut atteindre 4.41 kilogrammètres).

Pour les machines industrielles qui se compliquent généralement d'une transmission par engrenages et chez lesquelles le poids du disque-coupeur est plus considérable, le travail mécanique dépensé à vide reste sensiblement égal à celui indiqué ci-dessus (3 à 4 kilogrammètres par tour du disque coupeur); cela tient à ce que dans ces machines les coussinets sont en bronze et mieux protégés : il ne s'y introduit ni terre ni gravier.

## DEUXIÈME PARTIE

### NOMBRE DE TOURS NÉCESSAIRES POUR COUPER UNE CERTAINE QUANTITÉ DE RACINES.

La surface que peut couper un coupe-racines, par tour de disque-coupeur, est presque constante et peut s'évaluer par le calcul. Connaissant la densité des racines et l'épaisseur coupée, on peut déterminer le poids coupé par tour (voir *l'équation* 1).

Par suite des vides qui existent entre les racines placées dans la trémie, les couteaux doivent parcourir une surface A plus grande qu'un mètre carré pour donner un mètre carré de coupe.

Si l'on désigne par :

C la surface utile décrite par une lame et par tour du disque-coupeur pendant sa période d'action sur les racines;

*n* le nombre total des lames fixées sur le disque-coupeur;

*e* l'épaisseur coupée;

*d* la densité des racines;

N le nombre de tours nécessaires pour couper K kilogrammes de racines [1];

1. Le nombre de tours nécessaires pour couper une surface d'un mètre carré est exprimé par :

$$\frac{A}{Cn}$$

Le poids de cette surface étant, comme nous l'avons vu

(1) $$ed$$

on en déduit que le nombre de tours N nécessaire pour couper un poids K de racines a pour expression

$$N = \frac{AK}{Cned}.$$

la valeur de N est donnée par la relation :

$$N = \frac{A\,K}{Cned}. \qquad (5)$$

D'après mes expériences, on peut adopter pour A les valeurs suivantes :

Machines à disque plan, vertical ou horizontal : A = 4m 30
(A varie de 4 mètres à 4m 50).
Machines à disque conique ou cylindrique A = 5m 20.

Ainsi, pour donner un mètre carré de coupe, les couteaux doivent décrire, suivant la machine, une surface variant de 4m 30 à 5m 20. C'est ici que se place l'influence de la forme des racines : ces dernières sont plus ou moins stables, plus ou moins resserrées dans la trémie. Au point de vue de la forme, on peut classer les racines et les tubercules de la façon suivante :

| | | |
|---|---|---|
| 1. Forme sphérique (fig. 5). | Grande | Betterave globe rouge. |
| | | Betterave globe jaune. |
| | Petite | Pommes de terre. |
| | | Topinambours. |

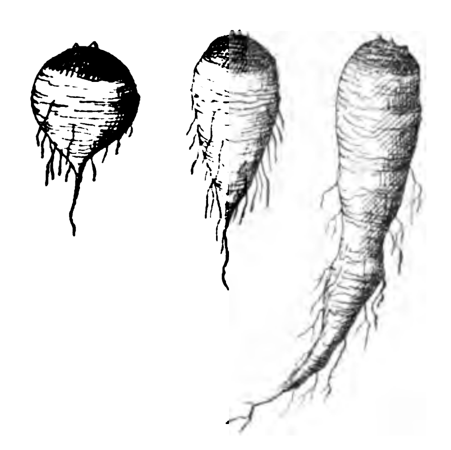


Fig. 5, 6 et 7. — Formes de racines.
5. *Forme sphérique.* — 6. *Forme ovoïde.* — 7. *Forme allongée.*

| | |
|---|---|
| 2. Forme ovoïde (fig. 6.) | Betterave jaune des Barres. |
| | Betterave blanche à collet gris. |
| | Betterave blanche à collet rose. |
| | Betterave blanche à collet vert. |
| | Betterave blanche à sucre améliorée de Vilmorin. |
| | Betterave blanche à sucre impériale. |
| | Rutabagas. |
| | Turneps. |

| | |
|---|---|
| 3. Forme allongée (fig. 7). | Betterave disette d'Allemagne. Betterave corne de bœuf. Carottes. |

La meilleure forme est celle de l'ovoïde régulier; c'est du reste sous cette forme que se présentent les variétés améliorées. Il faut au point de vue du lavage rejeter les variétés à pivots multiples qui, retenant des pierres et de la terre, détériorent les machines chargées d'en opérer la division.

Les racines sphériques ont toujours tendance à rouler sur elles-mêmes dans les trémies des coupe-racines coniques et cylindriques; elles laissent entre elles de plus grands vides que ne laissent les racines ovoïdes, qui se tassent bien mieux et qui exigent un plus petit nombre de tours.

La forme allongée est celle qui demande le plus grand nombre de tours du disque-coupeur. Cela tient à l'excessive longueur de ces racines, qui en général est de six à sept fois leur diamètre moyen; ces racines se coincent très facilement dans les trémies, et si elles sont contournées, comme les cornes de bœuf, elles laissent entre elles de grands vides. Pour traiter de telles racines, il faut, afin d'économiser le temps et le travail, les couper à la main en deux ou trois morceaux qui seront ensuite jetés dans la trémie de la machine où ils se comporteront comme les autres variétés.

La surface C décrite par chaque lame pendant sa période d'action est déterminée par les dimensions de la machine.

En pratique on peut admettre que le disque-coupeur (qu'il soit plan, conique ou cylindrique) puisse travailler sur le tiers de son développement. Ce chiffre est vrai avec une trémie rationnellement construite et avec une alimentation régulière; si ces conditions ne sont pas remplies, si l'on opère avec une machine médiocre ou avec une mauvaise alimentation, le disque ne travaille que sur le quart de son développement (et même moins); c'est le cas des anciens modèles de coupe-racines (de Dombasle) qui exigent un plus grand nombre de tours et par conséquent plus de travail mécanique pour couper un kilogramme de racines.

Mais en pratique, il faut considérer les machines comme fonctionnant avec une alimentation irrégulière, et dans ce cas on pourrait employer les chiffres suivants :

*Coupe-racines agricoles.* — Travail sur le quart du développement du disque-coupeur (plan, conique ou cylindrique).

*Coupe-racines industriels.* — Travail sur le tiers du développement du disque-coupeur (disque plan circulaire). Dans certaines machines on peut arriver au travail sur la moitié du développement du disque-coupeur.

Dans ce qui suit, nous désignerons ces fractions (0.25; 0.33; 0.50) par la lettre $j$.

Voyons quelles sont les valeurs de C suivant la forme des disques-coupeurs et suivant que l'on coupe en tranches, en cossettes ou en languettes.

*a. Tranches et languettes.*

1° *Coupe-racines à disque plan* (fig. 8). La surface décrite par une lame est une portion de couronne qui a pour grand rayon la

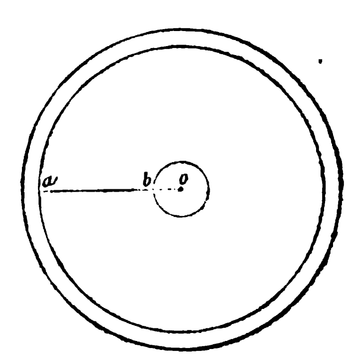



Fig. 8. — Disque plan de coupe-racines.

longueur *ab* de la lame plus la distance *bo* du talon de la lame au centre de la machine, et pour petit rayon cette quantité *bo*. Si nous désignons par L la longueur de la lame et par $g$ la distance du talon de la lame au centre [1] la valeur de C est donnée par :

(6) $$C = j\pi\,(L^2 + 2Lg).$$

2° *Coupe-racines à disque conique* (fig. 9). La surface décrite est une portion de la surface latérale d'un tronc de cône, compris entre des bases parallèles.

1. La surface C est donc :

$$\pi\,\overline{ao}^2 - \pi\,\overline{bo}^2 = \pi\,(\overline{ao}^2 - \overline{bo}^2)$$

Mais comme $ao = ab + bo$, on a en simplifiant :

$$\pi\,(\overline{ab}^2 + 2ab \times bo)$$

ou en remplaçant $ab$ et $bo$ par leurs valeurs respectives L et $g$ :

$$\pi\,(L^2 + 2\,Lg)$$

Si R est le grand rayon à l'extrémité de la lame,
$r$ le petit rayon à l'autre extrémité,
L la longeur de la lame,

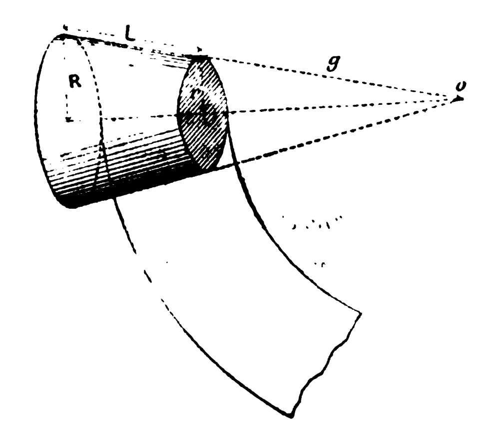



Fig. 9. — Disque conique.

la surface C décrite par chaque lame a pour expression :

(7) $$C = j\pi L\,(R + r).$$

3° *Coupe-racines à disque cylindrique.* Si l'on désigne par :
R la distance du tranchant de la lame à l'axe de la machine,
L la longueur d'une lame,
la surface C est donnée par la relation :

(8) $$C = 2j\pi\,RL.$$

*b. Cossettes.*

1° *Coupe-racines à disque plan* (fig. 10). Les lames à cossettes sont

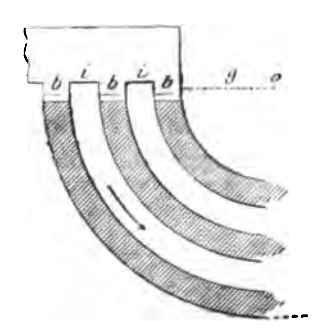



Fig. 10. — Travail d'une lame à cossettes montée sur un disque plan.

formées de doigts qui ont une longueur de coupe $l$; les doigts laissent

entre eux des intervalles qui ont également pour dimension $l$. Nous avons vu que les lames à cossettes donnaient une surface enlevée $(l + e)$ [première partie, page 500][1]; de telle sorte que si $g$ représente la distance du premier doigt au centre et $m$ le nombre de doigts par lames, on a pour la valeur de C :

$$C = j\pi m\ (l + e)\ [m\ (2l + e) - l + 2g]. \tag{10}$$

En discutant cette équation, on remarque que le maximum de C a lieu pour le maximum de $e$, toutes autres valeurs étant égales d'ailleurs, c'est-à-dire qu'avec une même lame à cossettes, la surface enlevée augmente avec l'épaisseur à laquelle on coupe les cossettes. En effet nous avons vu, dans la première partie de cette

1. Désignons par $b$ la longueur de coupe de chaque lame $(b = l + e)$,
$i$ l'intervalle qui sépare chaque doigt,
$m$ le nombre de doigts que porte une lame à cossettes,
$g$ la distance du premier doigt de la lame au centre $o$,
la surface C décrite par une lame est la somme de toutes les surfaces élémentaires parcourues par chacun des doigts.

Le premier doigt du côté du centre donne une surface de

$$\pi\ (b^2 + 2bg).$$

A chaque doigt, le terme $(2bg)$ s'augmente de la quantité $(i + b)$, de sorte que le dernier doigt, du rang $m$, décrit une surface exprimée par :

$$[\pi\ [(b^2 + 2b\ (m - 1)\ (i + b) + g)].$$

La somme totale est donc

$$\pi\ [(b^2 + 2b\ (g)) + (b^2 + 2b\ (i + b + g)) + \ldots\ldots + (b^2 + 2b)\ ((m - 1)\ (i + b + g)]$$

On remarque que cette somme est composée de deux parties : l'une $b^2$ constante répétée $m$ fois; l'autre est une suite de termes contenant chacun les quantités $2b$ et $g$; on peut donc écrire l'ensemble sous la forme suivante :

$$\pi m b^2 + 2\pi b\ [g + (g + i + b) + (g + 2\ (i + b)) + \ldots\ldots (g + (m - 1)\ (i + b))]$$

la partie du polynome comprise entre les crochets est une progression arithmétique dont le premier terme est $g$, le dernier $g + (m - 1)\ (i + b)$ et la raison $(i + b)$: en effectuant la somme de ces $m$ termes on a :

$$\pi m b^2 + 2\pi b \left[m\ \frac{2g + (m - 1)\ (i + b)}{2}\right];$$

ou en simplifiant et en mettant $\pi bm$ en facteur commun :

$$\pi bm\ [b + 2g + (m - 1)\ (i + b)]$$

ou sous une autre forme plus commode :

$$\pi bm\ [m\ (i + b) - i + 2g]. \tag{9}$$

Mais dans l'expression (9) $b$ représente $(l + e)$ la surface enlevée par chaque doigt; de plus l'intervalle $i$ qui sépare chaque doigt est, dans les machines bien établies, égal à la longueur $b$ d'un doigt. En remplaçant dans l'expression (9) $b$ et $i$ respectivement par $(l + e)$ et $l$, et en simplifiant, il vient :

$$\pi m\ (l + e)\ [m\ (2l + e) - l + 2g],$$

qu'il suffit de multiplier par le coefficent de réduction $j$ pour avoir la surface C utile décrite par une lame et par tour du disque coupeur.

étude, que si la surface C d'un coupe-racines débitant en tranches n'est pas influencée par l'épaisseur *e* coupée, il n'en est plus de même dans le cas des cossettes.

Cette influence de l'épaisseur des cossettes sur la surface enlevée par tour de disque-coupeur est d'ailleurs facile à démontrer (fig. 11).

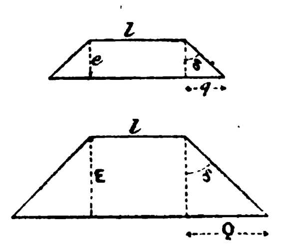



Fig. 11. — Influence de l'épaisseur des cossettes sur la surface coupée.

Pour une même largeur *l* du doigt, la surface enlevée est $l + q$ et $l + Q$; si E est plus grand que *e*, Q est également plus grand que *q*, en admettant, ainsi que je l'ai dit plus haut, que l'angle $\delta$ est constant (en pratique, pour les épaisseurs auxquelles on travaille généralement, cet angle d'arrachement des racines varie très peu et peut être considéré comme constant).

Les autres coupe-racines coniques et cylindriques ont, dans le cas des cossettes, leur surface C également influencée par l'épaisseur *e*.

2° *Coupe-racines à disque conique* (fig. 9). On peut se servir de l'équation précédente (10) en y introduisant un coefficient de réduction. Il suffit de considérer la surface latérale développée du tronc de cône de rayons R et *r*, et de L de génératrice, comme une couronne dont les rayons sont $(L + g)$ et $g$; en multipliant le second membre de l'équation (10) par le rapport de cette surface développée du cône à la surface totale du grand cercle $(L + g)$ de rayon[1], on obtient

1. En se servant de la notation précédente, L, R, *r*, *g*, on a le rapport des triangles semblables.

$$\frac{g}{r} = \frac{L + g}{R}$$

d'où

$$g = \frac{Lr}{R - r}.$$

Le rayon du secteur étant $L + g$ ou $L + \frac{Lr}{R - r}$, en mettant L en facteur commun :

$$L\left(\frac{R}{R - r}\right).$$

La surface du cercle de $L + g$ de rayon est $\pi(L + g)^2$; le rapport du secteur à la surface totale est donné par :

la surface C décrite par une lame à cossettes montée sur un coupe-racines conique; cette surface C est :

(11) $$C = j\pi m (l + e) \frac{R - r}{L} \left[ m (2l + e) - l + 2 \frac{Lr}{R - r} \right].$$

3° *Coupe-racines à disque cylindrique.* Si l'on désigne par :

R la distance du tranchant des lames au centre de rotation,

$l$ la longueur de coupe de chaque doigt,

$m$ le nombre de doigts par lame,

$e$ L'épaisseur de la cossette,

la surface C décrite par une lame et par tour est donnée par l'équation

(12) $$C = 2j\pi Rm (l + e).$$

### TROISIÈME PARTIE

#### VITESSE LIMITE DU DISQUE COUPEUR

Pour que chaque lame agisse avec efficacité, c'est-à-dire pour qu'elle tranche à chaque passage une épaisseur constante en vue de laquelle elle est réglée, il faut que le disque coupeur soit animé d'une vitesse déterminée.

Si l'on reste au-dessous de cette vitesse, les racines viennent, dans l'intervalle de deux couteaux consécutifs, appuyer contre le disque-coupeur, et le frottement qui en résulte absorbe inutilement une certaine quantité de force motrice : le rendement mécanique du coupe-racines sera diminué.

Si l'on dépasse la vitesse limite, les couteaux attaquent les racines avant qu'elles ne soient complètement descendues, et au lieu d'enlever une tranche de l'épaisseur à laquelle ils sont réglés, les lames donnent des tranches plus minces : la machine exige alors

$$\frac{\pi R (L + g)}{\pi (L + g)^2} = \frac{R}{L + g}$$

comme $L + g = L \left( \frac{R}{R - r} \right)$, on a, en remplaçant la valeur correspondante dans la fraction précédente et en simplifiant

$$\frac{R}{L + g} = \frac{R - r}{L}$$

$\frac{R - r}{L}$ représente donc le rapport entre la surface décrite par une lame montée sur un cône à celle décrite par la même lame montée sur un disque plan de $(L + g)$ de rayon; on a pour la surface C en employant l'équation (10) dans laquellé on remplace $g$ par sa valeur donnée plus haut $\frac{Lr}{R - r}$:

$$C = \frac{R - r}{L} j\pi m (l + e) \left[ m (2l + e) - l + 2 \frac{Lr}{R - r} \right]$$

un plus grand nombre de tours pour le même débit et dans ce cas encore son rendement mécanique diminue.

Donc pour avoir un rendement mécanique maximum, il faut que le coupe-racines fonctionne à une vitesse limite déterminée. Cette vitesse de régime est réglée par la chute des racines, c'est-à-dire par l'épaisseur à couper (car les racines descendent à chaque fois d'une quantité qui dépend de l'épaisseur enlevée et du nombre de lames montées sur le disque coupeur[1]).

*Coupe-racines à disque vertical* (fig. 12). DE représente le disque-

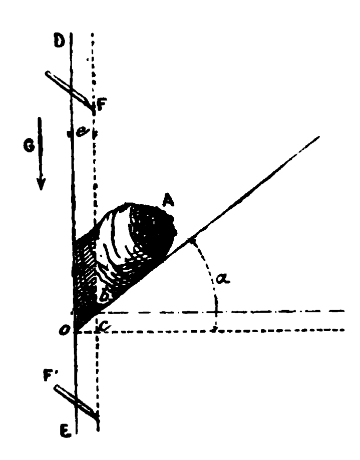



Fig. 12. — Coupe schématique d'un coupe-racines à disque vertical.

coupeur dont les lames sont en F et en F'; le disque est animé d'un mouvement dirigé suivant la flèche G; les ames ont une ouverture de *e*, c'est-à-dire qu'elles doivent enlever des tranches d'une épaisseur *e*. Supposons qu'un couteau vient d'agir et est arrivé en F', la racine A se trouve écartée du disque DE d'une quantité égale à *e* et si à ce moment un second couteau passe il ne coupe rien. Il faut, avant que la seconde lame agisse utilement, que la racine A ait eu le temps de descendre afin qu'elle vienne s'appuyer contre le plateau DE.

1. Dans ces calculs il faut faire usage de l'une des formules relatives à la chute des corps, dans laquelle on désigne par $t$, le temps nécessaire à la chute, par $g$ le coefficient 9.8088 et par $h$ la hauteur de chute; on a

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

ou en simplifiant

$$t_1 = 0.45155\sqrt{h}$$

La hauteur de chute verticale $bc = h$ est donnée par

$$h = e \operatorname{tg}\alpha$$

le triangle *obc* étant rectangle en *c*, $\alpha$ représente l'inclinaison du plan incliné qui forme le fond de la trémie.

Le temps $t'$ nécessaire à la chute est exprimé par :

$$(13) \qquad t' = 0.45 \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{e \operatorname{tg} \alpha}$$

On remarque que le temps $t'$ diminue lorsque l'inclinaison de la trémie augmente ;

*Coupe-racines dans lesquels le disque-coupeur forme le fond de la trémie dont les parois sont verticales ou presque verticales*, comme dans les machines à plateau horizontal ou à disque conique et cylindrique. Dans ces coupe-racines la chute est verticale et égale

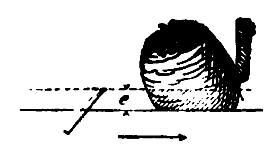



Fig. 13. — Coupe schématique d'un coupe-racines à trémie verticale.

à l'épaisseur *e* de la tranche enlevée (fig. 13), et le temps $t'$ nécessaire à la chute est donné par l'expression :

$$(14) \qquad t' = 0,45 \sqrt{e}$$

En discutant les équations (13) et (14) donnant les valeurs de $t'$, on voit qu'elles ne sont pas influencées par les dimensions du disque-coupeur (diamètre, longueur de lames, etc.), mais seulement par l'épaisseur à enlever et, suivant les machines, par la pente du fond de la trémie (13).

Les valeurs de $t'$ représentent le temps qui doit séparer l'action de chaque couteau; si la machine est à *n* couteaux, il faut pour faire un tour un temps $t_2$ :

$$(15) \qquad t_2 = t'n.$$

Le nombre de tours $t$ par seconde sera :

$$(16) \qquad t = \frac{1}{t'n}.$$

Le nombre de tours, par unité de temps, est inversement proportionnel au nombre des lames. Effectivement, à égalité d'épaisseur coupée et de construction de trémie, si une machine à quatre lames

doit faire un tour en une demi-seconde par exemple, une machine à deux lames devra faire un tour en un quart de seconde.

Lorsqu'on débite en cossettes, avec des couteaux à doigts, il semble à première vue que la vitesse pourrait être le double de celle nécessaire lorsque la machine coupe en tranches, car on a soin de monter les lames de façon qu'aux creux de l'une d'elles correspondent les doigts de la suivante (fig. 14).

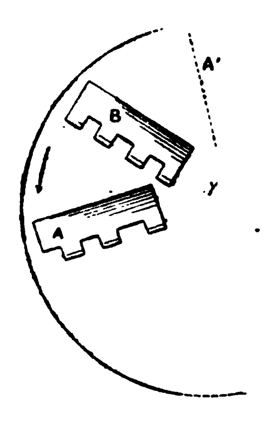


Fig. 14. — Montage des lames à cossettes.

Le couteau A enlève dans la racine des cossettes qui laissent des vides 1, 2, 3, 4 (fig. 15); le second couteau B, à doigts alternés,

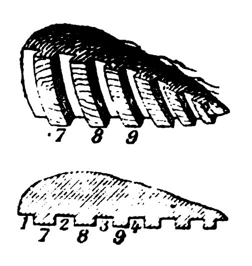


Fig. 15. — Travail théorique des lames à cossettes.

pourra passer immédiatement après pour enlever les parties pleines restées au premier passage 7, 8, 9... en admettant toutefois que la betterave reste en place dans la trémie. Si, en s'appuyant sur ce fait, on augmente la vitesse du disque-coupeur, celui-ci ne débite plus à la dimension pour laquelle il est réglé, car après le passage du couteau B, la racine présente une surface unie à l'action d'une

lame A' montée comme la lame A; il faut donc laisser entre les passages des lames B et A' un temps égal à celui que l'on donnerait s'il s'agissait de couper en tranches. De plus entre les passages des lames A et B les racines restent appuyées contre le disque-coupeur et frottent sur sa face interne; on voit que la coupe en cossettes présente de nombreuses causes d'infériorité sur la coupe en tranches ou en languettes.

Ainsi avec des lames à doigts, le nombre de tours par minute du coupe-racines est le même qu'avec des lames à tranchant continu (équations 13 et 14), c'est-à-dire qu'il dépend du nombre des lames, de l'épaisseur coupée et de la pente du fond de la trémie. En coupant en cossettes, le débit sera environ la moitié de celui qu'on obtiendrait avec des tranches.

Pour obtenir un grand débit, il faut couper en languettes avec des couteaux à lamelles du genre Napravil; ce fait a été déjà prouvé par la pratique.

Si l'on tient absolument à conserver les lames à doigts, j'engage

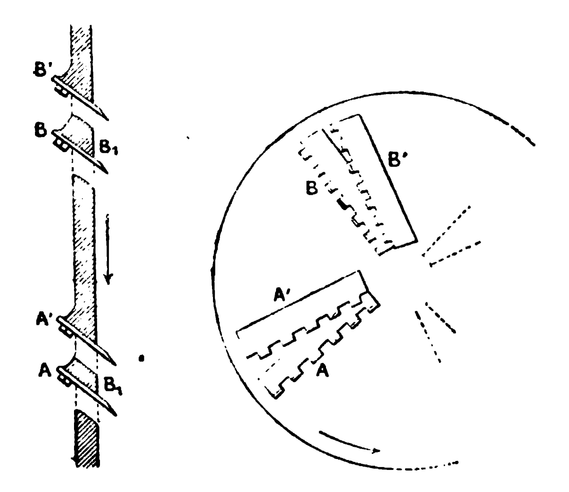



Fig. 16 et 17. — Coupe-racines à disque plan (pour cossettes) amélioré.
16. — *Coupe verticale du disque.* — 17. — *Vue de face du disque.*

à employer la disposition suivante : placer les lames à cossettes AA', BB' (figures 16-17) deux par deux le plus près possible jusqu'à la limite fixée par la pratique de la construction, afin que l'embase $B_1$ soit assez solide pour résister aux chocs des couteaux contre les racines.

Avec ce dispositif chaque groupe de lames ayant ses doigts alternés se comportera comme une seule lame à tranchant continu. On aura ainsi avec la vitesse précédemment donnée un même débit soit de cossettes, soit de tranches, toutes autres conditions étant égales d'ailleurs, et on supprimera une partie du frottement des racines contre le disque-coupeur.

Cette disposition ne semble pas compliquer les coupe-racines, surtout ceux en usage dans les exploitations agricoles, car les couteaux du genre Napravil sont difficiles à affûter et exigent pour cette opération des machines spéciales, tandis que les couteaux à doigts peuvent facilement se repasser sur une meule ordinaire en grès que l'on rencontre dans toutes les fermes.

## QUATRIÈME PARTIE

### TRAVAIL MÉCANIQUE TOTAL

Cette dernière partie peut être considérée comme la synthèse des précédentes ; c'est elle qui est immédiatement applicable à la pratique courante, aussi donnerons-nous des exemples à l'appui.

Il y a lieu de chercher à déterminer :

1° Le travail mécanique total nécessaire pour couper 100 kilogr. de racines;

2° Le travail mécanique total dépensé par tour du disque-coupeur;

3° Le travail mécanique total dépensé par seconde.

#### 1° Travail mécanique total nécessaire pour couper 100 kilos de racines.

Le nombre de tours nécessaires pour couper 100 kilogrammes de racines, déduit de l'équation (5), est :

$$\frac{100\,A}{Cned}$$

A vide, la machine exige par tour un travail de 2.60 kilogrammètres; pour couper 100 kilos, le travail à vide exigera :

$$\frac{260\,A}{Cned}.$$

Le travail mécanique utile nécessaire pour couper 100 kilogrammes de racines déduit des équations (2) (3) et (4) étant :

Tranches......... $\frac{3475000}{d}$

Cossettes......... $\frac{3475000}{1}\left(1+\frac{2e}{l}\right)$

Languettes........ $\frac{3475000}{1}\left(1+\frac{e}{l}\right)$.

Le travail mécanique total $T_t$ pour couper 100 kilogrammes, composé du travail à vide et du travail utile, aura pour expression :

(17) 1° Tranches............ $T_t = \frac{3475000}{d} + \frac{260\,A}{Cned}$

(18) 2° Cossettes............ $T_t = \frac{3475000}{d}\left(1+\frac{2e}{l}\right) + \frac{260\,A}{Cned}$

(19) 3° Languettes.......... $T_t = \frac{3475000}{d}\left(1+\frac{e}{l}\right) + \frac{260\,A}{Cned}$

Dans lesquelles :

*d* représente la densité des racines, qui varie de 850 à 1130,

A un coefficient qui est de 4.30 pour les coupe-racines à plateau vertical et horizontal; 5.20 pour les coupe-racines coniques et cylindriques,

C la surface utile décrite par une lame et donnée dans la deuxième partie de cette étude aux équations (6) (7) (8) pour les machines coupant en tranches ou en languettes, et aux équations (10) (11) et (12) pour celles coupant en cossettes,

*n* le nombre de lames du coupe-racines,

*l* la largeur de chaque doigt ou élément de lame,

*e* l'épaisseur à laquelle on doit couper les racines.

On voit en discutant les équations (17) (18) et (19) que le terme constant $\frac{260\,A}{Cned}$ doit être un minimum. Comme la densité *d* des racines, ainsi que l'épaisseur *e* (qui dépend du travail que l'on a à faire) ne peuvent être modifiés, il faut pour que $T_t$ soit un minimum que :

1° A soit minimum, condition remplie par les machines à disque plan pour lesquelles $A = 4.30$; tandis que pour les autres formes de disques ce coefficient s'élève à 5.20;

2° C et *n* soient chacun maxima; c'est ce qui explique pourquoi le rendement d'un coupe-racines dépend de la dimension C et du nombre *n* de ses lames. C'est ainsi que la construction de la machine intervient dans la question du travail mécanique total dépensé, alors qu'elle n'intervenait pas dans l'évaluation du travail utile nécessaire à la coupe.

*Exemple*

Soit à chercher quel est le travail mécanique total dépensé pour couper 100 kilogrammes de racines en cossettes, avec le grand coupe-racines de distillerie à plateau vertical d'Albaret.

Les dimensions de la machine sont les suivantes :

$m$ le nombre de doigts par lame $= 17$,

$l$ la largeur de chaque doigt $= 0^{m}011$,

$g$ la distance moyenne du premier doigt au centre $= 0^{m}155$,

$j$ la machine travaille sur la moitié de sa surface $= 0^{m} 50$.

Avec ces données on a :

$$C = 0.0703$$

$n$ le nombre des lames $= 12$,

$e$ l'épaisseur coupée $= 0^{m}006$,

$d$ la densité des racines $= 1000$,

$A = 4.30$;

D'où le nombre de tours pour couper 100 kilogrammes :

$$\frac{100\,A}{Cned} = 84^{t}\,9$$

Le travail à vide est :

$$84.9 \times 2.6 = 220.74 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail utile nécessaire à la coupe est :

$$\frac{3\,475\,000}{d}\left(1 + \frac{2e}{l}\right) = 7262.75 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail total pour couper 100 kilogrammes de racines :

$$7262.75 + 220.74 = 7483.49 \text{ kilogrammètres.}$$

Ainsi le grand coupe-racines d'Albaret, établi pour les usines, coupant en cossettes, exige près de 7,500 kilogrammètres pour couper 100 kilogrammes de betteraves.

(La machine que nous venons de prendre comme exemple peut couper 10,000 kilogrammes de racines à l'heure, c'est donc un coupe-racines industriel à très grand travail.)

**2° Travail mécanique total dépensé par tour.**

Le travail mécanique utile pour couper 100 kilogrammes de racines étant :

Tranches........ $\dfrac{3475000}{d}$

Cossettes........ $\dfrac{3475000}{d}\left(1 + \dfrac{2e}{l}\right)$

Languettes....... $\dfrac{3475000}{d}\left(1 + \dfrac{e}{l}\right)$

Le nombre de tours étant donné par

$$\frac{100\,A}{Cned};$$

Le travail mécanique à vide par tour étant de 2.60 kilogrammètres;

Le travail mécanique total $T_1$ dépensé par tour a pour expression (en simplifiant) :

(20) 1° Tranches........ $T_1 = 2.60 + 34750 \frac{Cne}{A}$

(21) 2° Cossettes........ $T_1 = 2.60 + 34750 \left(1 + \frac{2e}{l}\right) \frac{Cne}{A}$

(22) 3° Languettes...... $T_1 = 2.60 + 34750 \left(1 + \frac{e}{l}\right) \frac{Cne}{A}.$

Le minimum des équations (20) (21) et (22) a lieu ici pour le maximum de A; les coupe-racines coniques et cylindriques sont ceux qui, à égalité de dimensions et nombre des lames, dépensent le moins de travail mécanique par tour, mais ce travail est toujours en proportion du résultat obtenu, et pour avoir le même débit il faudra un plus grand nombre de tours, c'est-à-dire plus de temps.

*Exemple*

Quel est le travail mécanique total dépensé par tour avec un coupe-racines cylindrique de Gardner, coupant en languettes?

Les languettes ont $0^m010 \times 0^m010$ de section.

La longueur de coupe du cylindre $L = 0.30$.

Le rayon au tranchant $R = 0.18$.

La machine travaille sur le quart de son développement $j = 0.25$.

En appliquant l'équation (8), on a :

$$C = 2j\pi RL = 0.08478$$

Le nombre des lames $n = 2$.

$$A = 5.2$$

On a :

$$\frac{Cne}{A} = 0.0003$$

Et

$$34750\left(1 + \frac{e}{l}\right) = 69500$$

D'où

$$T_1 = 2.60 + 69500 \times 0.0003 = 23.45.$$

La machine citée comme exemple exige par tour un travail de près de 23 kilogrammètres et demi.

**3° Travail mécanique total dépensé par seconde.**

Cette question est importante pour le calcul du choix et de l'établissement du moteur. Si l'on désigne par $\gamma$ le nombre de tours par seconde du disque coupeur, les équations (20) (21) et (22) donnant le travail mécanique total dépensé par tour, le travail correspondant $T_2$ par seconde a pour expression :

(23) 1° Tranches...... $T_2 = \gamma \left[2.60 + 34750 \frac{Cne}{A}\right]$

(24) 2° Cossettes...... $T_2 = \gamma \left[2.60 + 34750 \left(1 + \frac{2e}{l}\right) \frac{Cne}{A}\right]$

(25) 3° Languettes.... $T_2 = \gamma \left[2.60 + 34750 \left(1 + \frac{e}{l}\right) \frac{Cne}{A}\right]$

Si le coupe-racines marche à la vitesse limite donnée par l'équation (16) $t = \frac{1}{t'n}$, le travail mécanique total $T_2$ dépensé par seconde est, en simplifiant :

(26) 1° Tranches....... $T_2 = \frac{1}{t'} \left[\frac{2.60}{n} + 34750 \frac{Ce}{A}\right]$

(27) 2° Cossettes....... $T_2 = \frac{1}{t'} \left[\frac{2.60}{n} + 34750 \left(1 + \frac{2e}{l}\right) \frac{Ce}{A}\right]$

(28) 3° Languettes...... $T_2 = \frac{1}{t'} \left[\frac{2.60}{n} + 34750 \left(1 + \frac{e}{l}\right) \frac{Ce}{A}\right]$.

*Exemple*

Appliquons ce qui précède à un coupe-racines conique fonctionnant avec une vitesse de trente tours à la minute et coupant en tranches.

Le grand rayon du cône, $R = 0^m 30$.
Le petit rayon, $r = 0^m 10$.
Nombre de lames 6.
Largeur des lames $L = 0^m 30$.
Épaisseur des tranches, $e = 0^m 006$.
Coefficient, $j = 0.33$.
En effectuant les calculs on a pour la valeur de C (équation (7)) :

$$C = j\pi L\,(R + r) = 0.125C;$$

Pour

$$\frac{Cne}{A} = 0.00085;$$

Pour

$$2.60 + 34750 \frac{Cne}{A} = 2.60 + 29.53 = 32.13;$$

Pour

$$\gamma = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} = 0.5;$$

Et pour

$$T_2 = 0.5 \times 32.13 = 16.06.$$

La machine citée comme exemple exigerait par seconde un peu plus de 16 kilogrammètres; ce travail est trop élevé pour un seul homme qui ne donne à la manivelle que 6 kilogrammètres par seconde; si la machine devait fonctionner avec un seul homme, ce dernier ne pourrait travailler utilement que vingt minutes par heure.

On voit par ces quelques exemples que les formules pratiques données dans cette étude peuvent trouver de nombreuses applications lorsqu'il s'agit de l'installation et du choix des coupe-racines tant agricoles qu'industriels.

---

## CORRESPONDANCE

Paris, le 20 octobre 1888.

Monsieur P.-P. Dehérain, directeur des *Annales agronomiques*,

J'ai lu avec grand intérêt, dans votre numéro du 25 octobre des *Annales agronomiques*, une note de M. Brien sur la relation qui existe entre les betteraves à sucre et la grosseur du glomérule qui leur a donné naissance; je vous serai reconnaissant de rappeler à vos lecteurs que j'ai publié, il y a onze ans[1], une étude analogue dans laquelle j'avais obtenu des résultats identiques à ceux de M. Brien. J'avais conclu comme lui que la grosseur des glomérules n'exerce aucune influence sur le poids ni sur la richesse saccharine des betteraves qui en naissent. Je suis heureux de voir mes expériences confirmées par un homme de la valeur de M. Brien, mais, je ne puis m'empêcher de rappeler à cette occasion que les découvertes des savants étrangers ont été faites souvent, longtemps avant eux, par des Français. *Cuique suum*, dit la sagesse des nations.

Agréez, mon cher maître, l'assurance de mes sentiments les plus dévoués.

A. LADUREAU,
Directeur du laboratoire central agricole de Paris.

1. *Ann. agron.*, t. III, p. 267, 1877.

# BIBLIOGRAPHIE

**De l'adaptation des vignes américaines au sol et au climat, suivie d'une étude sur le bouturage à un œil**, par M. Félix Sahat, vice-président de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault. — Le grand travail entrepris par les viticulteurs méridionaux se poursuit avec une activité croissante. Depuis que des hommes actifs, entreprenants ont montré que la vigne américaine vivait dans un sol phylloxéré et que, sur ce pied résistant on pouvait greffer les cépages français, le vignoble français a été sauvé d'une ruine imminente.

Si la direction dans laquelle il convient de s'engager est aujourd'hui nettement indiquée, il n'en est pas moins vrai que la voie n'est pas exempte d'obstacles qu'il faut franchir les uns après les autres.

L'un des plus redoutables est un mauvais choix du cépage à employer comme porte-greffe; si l'on doit replanter dans un bon sol siliceux, riche en oxyde de fer, pauvre en argile et en calcaire, tout est facile, car toutes les variétés américaines y prospèrent; mais il n'en est plus ainsi pour d'autres sols, plus argileux, et surtout pour les terres blanches dans lesquelles le calcaire domine; la plupart des variétés de vignes américaines n'y fournissent que des sujets malingres, bientôt atteints de chlorose, et c'est précisément dans l'espoir de trouver des vignes susceptibles de végéter dans ces terres blanches que M. Viala, professeur à l'École de Montpellier, a entrepris un long et pénible voyage aux États-Unis.

L'an dernier les viticulteurs méridionaux s'étaient réunis en congrès à Toulouse; le lieu était bien choisi, car si l'Hérault s'est vigoureusement relevé des atteintes du phylloxéra, la Haute-Garonne et le Tarn sont bien loin d'être aussi avancés, et il suffit de parcourir les départements pour voir de tous côtés des vignes mouvantes et pour reconnaître que le mouvement de reconstitution est à peine commencé : M. Félix Sahut a voulu aider ces retardataires en les faisant profiter de l'expérience acquise dans l'Hérault, il a fait une conférence sur l'adaptation des vignes américaines aux sols divers qu'il s'agit de replanter, puis il l'a imprimée sous le titre indiqué plus haut; elle méritait, en effet, de n'être pas oubliée, car elle renferme des indications précieuses pour les praticiens. Le cépage étant choisi, il faut savoir comment employer les boutures, c'est le second sujet traité dans le petit volume qui vient de paraître à Montpellier[1]. Les viticulteurs le consulteront avec fruit.

**Manuel pratique de vinification**, par M. Rougier, professeur départemental d'agriculture[2]. — Savoir faire du vin! Celui qui vient de parcourir le bassin méditerranéen, et qui a encore présente la saveur douceâtre des vins grecs et italiens, ne peut nier que ce soit un art difficile. On le conçoit aisément; le jus de raisin est complexe; on le foule, puis on abandonne à une température variable ce mélange, en comptant que ce sera le ferment alcoolique qui domi-

1. Chez Camille Coulet, 1 fr.50.
2. Montpellier, au *Progrès agricole*, 2 francs.

nera, que ce ferment accomplira son œuvre complètement, bien que peu à peu le liquide dans lequel il végète constitue un milieu de moins en moins favorable, il y a donc des chances nombreuses pour que son activité s'éteigne avant que la transformation du sucre ne soit complète ; le vin reste sucré, et dès lors tous les autres ferments se disputent cet aliment, le vin s'aigrit par l'acide lactique, l'acide acétique, devient amer, etc. ; on en est réduit pour empêcher ces accidents à empêcher toute fermentation ultérieure, à additionner le vin de résine comme on le fait encore en Grèce, ou d'alcool comme le font les Portugais pour le vin de Porto ; il est bien manifeste que l'art du vigneron exige des soins minutieux que savent prendre nos habiles patriciens français, qu'apprendront sans doute nos Algériens, mais qu'on ignore encore dans une partie de l'Europe.

M. Rougier a réuni dans l'ouvrage qu'il vient de publier un certain nombre d'indications utiles à connaître, et nous ne doutons pas que son livre ne soit lu avec profit ; peut-être cependant dans une seconde édition fera-t-il bien de ne pas admettre sans critique toutes les recettes proposées parfois sans discernement. Je crois comme lui qu'il est important d'avoir des tonneaux bien exempts de tous germes de fermentation, mais je doute fort qu'il soit avantageux de mettre à la fois[1] de l'eau bouillante, du sel marin, de l'acide sulfurique et de *la potasse :* je crois savoir que l'addition de la potasse à l'acide sulfurique provoque la formation du sulfate de potasse dont je ne vois pas trop l'utilité. — Ce sont là de petites irrégularités qui disparaîtront quand le livre sera réimprimé.

**L'alcool au point de vue chimique, agricole, industriel, hygiénique et fiscal**, par M. Albert LARBALÉTRIER, professeur à l'École pratique d'agriculture du Pas-de-Calais.

M. Larbaletrier est un jeune auteur d'une rare fécondité ; il y a quelques mois paraissait un premier volume qui a trait à la chimie agricole et aujourd'hui nous avons à signaler un nouvel ouvrage qui fait partie de la Bibliothèque scientifique contemporaine de MM. Baillière et fils. Le titre même de l'ouvrage que nous analysons indique que l'auteur a voulu aborder son sujet de tous les côtés accessibles ; il débute par quelques pages d'histoire, puis résolument il entame l'histoire chimique de l'alcool que les travaux des chimistes modernes et particulièrement ceux de Wurtz et de M. Berthelot ont singulièrement étendue.

Il y a trente ans, on connaissait trois ou quatre alcools, puis M. Berthelot a montré que la glycérine était un alcool triatomique, et Wurtz par un trait de génie, comblait la lacune entre les alcools monoatomiques et la glycérine par la découverte des glycols. Berthelot englobait les sucres dans cette grande famille des alcools, il les caractérisait comme alcools hexatomiques ; quelques esprits hésitaient à admettre la hardiesse de cette classification, mais bientôt l'érythrite de M. Deluynes montrait un alcool tétratomique ; depuis M. Kyliani a fait voir que l'arabinose est pentatomique et tout récemment M. Maquenne, franchissant l'hexatomicité des sucres, démontrait que la perséite est un alcool heptatomique.

1. Page 74.

L'histoire des alcools représente donc une partie importante de la chimie organique, d'autant plus que l'alcool est obtenu par fermentation et que son histoire entraîne celle des admirables travaux par lesquels M. Pasteur a transformé toute une partie de la science et ouvert à la médecine une voie nouvelle dans laquelle elle s'engage avec un plein succès.

M. Larbalétrier n'a fait qu'effleurer cette partie de son sujet, mais s'il l'a fait assez discrètement pour ne donner au lecteur qu'une première vue sur l'histoire chimique de l'alcool, il l'a fait cependant assez complètement pour montrer qu'il connaît tous les développements que comporterait, dans un autre cadre, la question étudiée.

*Les Matières alcoolisables, la Fermentation alcoolique, les Boissons alcooliques, la Distillation, les Alcools d'industrie, Purification et Rectification des alcools, les Spiritueux et les Liqueurs alcooliques, les Altérations, et les Falcifications des boissons alcooliques, l'Alcool et la Santé publique les Usages de l'alcool, l'Impôt sur l'alcool,* tels sont les titres des différents chapitres de l'ouvrage de M. Larbalétrier; leur nomenclature montre qu'aucun des aspects de cette question multiple n'est laissée dans l'ombre. — Il est utile que dans un livre facile à lire, le public trouve les aperçus qu'il doit connaître pour avoir une opinion sur les graves questions que soulève l'emploi de l'alcool, devenu aujourd'hui un danger public; tandis que son usage modéré avait paru jadis si salutaire, qu'on lui avait donné le beau nom *d'eau-de-vie,* ce serait plutôt *eau-de-mort* qu'il faudrait dire aujourd'hui.

**Almanach de l'agriculture pour 1889**, par M. Henri Sagnier, rédacteur en chef du *Journal de l'agriculture.* — Il ne faudrait pas traiter légèrement la littérature d'almanachs, pendant longtemps elle a été la seule qui sur le dos d'un colporteur ait franchi monts et vallées pour atteindre les hameaux les plus reculés; elle a aujourd'hui de redoutables concurrents dans les journaux à bon marché, mais je crois que l'almanach est encore très répandu, et profiter du calendrier pour faire pénétrer partout quelques notions claires et précises est du plus haut intérêt.

M. Sagnier s'entend bien à cette besogne, qui exige beaucoup de justesse d'esprit, de décision et des connaissances très étendues; sa position de rédacteur en chef d'une grande revue agricole lui permet en outre de ne laisser échapper aucun des faits importants de l'année, et l'almanach acquiert ainsi une valeur d'autant plus grande qu'il renferme de nombreux documents statistiques, et en outre des notions claires et précices sur les questions qui ont été particulièrement agitées pendant l'année qui vient de s'écouler.

Il me paraît toutefois que l'almanach prendrait une valeur encore supérieure à celle qu'il a, s'il renfermait un résumé météorologique. L'abondance des récoltes est liée étroitement à la répartition du soleil et de la pluie; nous subissons ces alternatives parfois bien fâcheuses comme en 1888, sans y pouvoir rien changer et *a priori* on ne voit pas trop quel parti pourrait tirer le cultivateur de cette connaissance; en y réfléchissant cependant on conçoit que la comparaison des conditions météorologiques avec les prix des produits agricoles puisse conduire à des conclusions du plus haut intérêt.

M. Dubost a fait voir récemment dans ce recueil même que le prix du bétail

varie avec l'abondance des fourrages, et que les importations étrangères auxquelles on attribue souvent une influence considérable n'exercent cependant qu'une action minime. Peut-être le relevé des conditions météorologiques pendant plusieurs années permettrait de voir l'influence qu'elles exercent sur l'abondance des fourrages, et par suite sur le prix du bétail, d'où l'éleveur verrait quelles sont les chances de hausse ou de baisse pendant l'arrière-saison, et par suite s'il est prudent de vendre ou d'acheter.

Que M. Sagnier puisse réaliser ce désidératum ou qu'il continue à publier l'almanach tel qu'il est aujourd'hui, il est certain dans tous les cas de donner au public un petit volume d'une grande utilité.

**Manuel-Agenda des fabricants de sucre et des distillateurs**, par MM. GALLOIS et DUPONT. Chez les auteurs, 81, rue de Maubeuge, Paris. — Réunir en un petit volume portatif l'ensemble des données numériques, des procédés que des hommes de laboratoire, des industriels ont besoin de consulter constamment est une excellente idée. Je crois que ce sont les élèves de Wurtz et sans doute parmi eux : M. Salet, maître de conférences à la Faculté, ont été les premiers qui soient passés à l'exécution ; ils ont publié, il y a déjà plusieurs années, l'*Annuaire du chimiste* : le succès est venu et avec lui les imitateurs. Nous avons signalé au commencement de cette année l'*Agenda du viticulteur* et nous venons de recevoir le *Manuel-Agenda des fabricants de sucre*.

Ce petit ouvrage ressemble aux autres Agendas, en ce sens qu'on y rencontre les données numériques très nombreuses qu'utilise le chimiste de sucrerie, le fabricant ou le distillateur; mais il en diffère par les indications très précises qu'il fournit sur toutes les opérations des usines; les auteurs ont longtemps séjourné dans les sucreries et les distilleries, soit comme fabricants, soit comme chimistes ; ils ont acquis une expérience dont ils font aujourd'hui profiter leurs confrères. L'Agenda s'ouvre par une série de tableaux méthodiquement disposés pour le contrôle du travail, des colonnes sont tracées pour recevoir les chiffres relatifs aux betteraves travaillées chaque jour, à la densité des jus, puis les indications recueillies sur les liquides de la diffusion : plus loin les tableaux recevront les nombres relatifs au travail des jus, des masses cuites, etc.; le fabricant aura ainsi constamment à sa portée un résumé de la marche de l'usine. S'il a besoin d'exécuter quelques calculs, ils lui sont facilités par les tableaux qu'il trouvera dans le corps de l'ouvrage. Si enfin il hésite sur une décision à prendre, les indications nombreuses que renferme le volume lui permettront de ne se décider qu'après s'être éclairé par leur lecture. Nous serions étonnés que le *Manuel-Agenda* ne se répandît pas rapidement.

P.-P. D.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Physiologie végétale.

**Observations sur l'assimilation et la respiration des plantes**, par M. U. KREUSLER (troisième partie)[1] : *Influence de la température, limite inférieure de l'action de la température*. — L'auteur s'est déjà occupé, dans la

1. *Landwirthsch Jahrb.*, 1888, p. 161-175. — *Biederm. Centralbl.*, XVII. p. 265.

partie précédente, de l'influence de la température sur l'émission et l'absorption de l'acide carbonique, c'est-à-dire sur la respiration et sur l'assimilation du carbone, mais il restait encore quelques lacunes à combler, au sujet de la détermination très rigoureuse des températures, et surtout des températures extrêmes, minima et maxima. Il se propose dans ce travail de préciser les températures minima des deux fonctions dont il s'agit.

Nous avons déjà appris, grâce à ses travaux antérieurs et grâce aussi à des observations isolées mais concordantes dues à d'autres auteurs, que la respiration et l'assimilation ne s'arrêtent pas à des températures très basses, peu au-dessus du zéro. Il était même à peu près certain que le minimum de température doit être recherché au-dessous du zéro de l'échelle thermométrique.

M. Kreusler vient de confirmer ce fait qui n'est pas, ainsi qu'on aurait pu le croire, exceptionnel, mais qui est la règle pour toutes les plantes mises en expérience. Ces plantes sont très variées : la ronce, le haricot, le ricin, le laurier-cerise. Elles ont végété dans une atmosphère contenant toujours la même quantité renouvenable d'acide carbonique, soit 0.3 p. 100 volumes. Il a été impossible de maintenir toute l'enceinte absolument à la même température très basse, mais plusieurs thermomètres exposés en différents endroits de cette enceinte ont prouvé que les différences ne sont pas de nature à troubler les résultats.

Voici les résultats tels que l'auteur les résume lui-même :

1° Toutes les plantes citées ci-dessus, maintenues à 0° et même au-dessous de 0, ont donné lieu à des manifestations très nettes de l'assimilation aussi bien que de la respiration, mesurables par l'absorption ou le dégagement de l'acide carbonique.

2° La continuation des deux phénomènes a été, par exemple, nettement constatée pour

| | Degrés |
|---|---|
| La ronce, à | 2.4 |
| Le haricot, à | 0.9 |
| Le ricin, à | 0.6 |
| Le laurier-cerise, à | 2.2 |

sans qu'il soit permis de dire que ce sont là les températures-limites.

3° En général, à 0°, dans la plupart des cas, à une température plus basse, l'assimilation était productive, c'est-à-dire que la quantité d'acide carbonique décomposé dépassait celle qui se dégageait dans un temps égal par la respiration à l'obscurité. Le rapport entre l'acide carbonique fourni par la respiration et celui qui est décomposé à la lumière est maximum à certaines températures intermédiaires, variables d'une espèce à l'autre, et diminue lorsque la température s'élève ou s'abaisse.

4° Comparée à ce qu'elle est aux températures favorables, l'assimilation est plus énergique à 0° qu'on n'aurait osé le prévoir. Chez le laurier-cerise elle équivaut encore à 8 p. 100 de l'énergie observée à la température optima. Mais elle est plus faible de moitié environ chez les autres plantes, différence qui trouvera peut-être son explication dans l'organisation particulière des feuilles persistantes.

5° A 0° ou même un peu au-dessous, l'énergie de la respiration du laurier-cerise correspond à 17 p. 100, celle du ricin à 20 p. 100 de l'énergie observée à 20°. Pour la ronce elle est à peu près de la moitié de celle qu'on a constatée à 10°.

6° Les quantités d'acide carbonique émis ou absorbé deviennent trop petites à de très basses températures, du moins pour la méthode adoptée dans ces recherches, pour qu'on ait pu préciser plus nettement les minimums de la température auxquels la respiration et l'assimilation cessent; on peut cependant déduire avec quelque apparence de certitude de ce qui précède que ces fonctions ne s'arrêtent complètement qu'avec tout autre manifestation passagèrement interrompue ou définitivement supprimée de la vie elle-même, par exemple avec la congélation du suc cellulaire.

**Sur les matériaux de réserve et plus particulièrement sur le tannin des feuilles persistantes**, par M. E SCHULTZ[1]. — Les feuilles des arbres toujours verts sont-elles vidées en automne comme les feuilles caduques ou se remplissent-elles de matériaux de réserve comme les autres organes persistants? M. Sachs pense que ces feuilles servent de magasins de réserve pendant la période de repos et M. Haberlandt admet également que leurs tissus assimilateurs se chargent pendant l'hiver de la fonction accessoire de magasinage.

L'auteur qui a fait à ce sujet un grand nombre d'essais microchimiques, trouve que les deux savants que nous venons de citer ont raison pour ce qui concerne les Gymnospermes (pin, sapin, épicéa, etc.), et pour la majorité des Dicotylédones, mais que les méthodes microchimiques actuellement en usage, ne permettent pas de découvrir les matériaux de réserve dans les feuilles persistantes des Monocotylées et de quelques Dicotylées.

Les cellules parenchymateuses qui accompagnent le tissu de transfusion des conifères et qui, d'après M. Zimmermann, renferment de l'amidon, sont privées d'amidon en hiver; d'une manière plus générale, l'amidon disparaît des feuilles des conifères au mois d'octobre pour se reformer au mois de mars. L'amidon n'est d'ailleurs pas la seule forme des matériaux de réserve accumulés dans les feuilles persistantes; on peut y trouver encore des huiles grasses et du tannin, car le tannin doit être considéré ici comme une matière de réserve. Tantôt le tannin s'y trouve seul, tantôt il s'y joint de l'amidon ou de l'huile. Lorsque l'amidon et le tannin se rencontrent simultanément dans les feuilles persistantes, on voit le premier de ces corps s'amasser dans les cellules assimilatrices et dans le parenchyme qui engaine les petits fascicules des veines, tandis que l'amidon se dépose de préférence dans le parenchyme de la nervure médiane ou dans son voisinage. Rarement les deux corps se trouvent côte à côte dans la même cellule. Lorsque l'huile accompagne le tannin, les cellules qui contiennent l'huile sont ordinairement privées d'amidon.

Citons enfin quelques exemples sur lesquels le lecteur pourra vérifier ces données :

*Gymnospermes*. — *a*. Toutes les cellules vertes contiennent du tannin : pin, sapin, épicéa, cèdre.

1. *Flora*, 1888, nos 14, 15, 16. — *Bot. Centralbl.*, XXXVI, p. 40.

*b*. Certaines cellules renferment du tannin, les autres de l'huile : if.

*c*. Certaines cellules renferment du tannin, mais il n'y a pas d'huile : cyprès, thuya, genévrier, ce dernier avec un peu d'huile.

*Angiospermes*. — *a*. Pas de matériaux de réserve : palmiers, *Cordyline*, *Dracœna*, *Hoya*, *Aucuba*, *Citrus*.

*b*. Huile et tannin : pervenche.

*c*. Amidon et tannin : laurier-rose, laurier-cerise, chêne, houx, gui, fusain du Japon.

*d*. Tannin seul : olivier, laurier, lierre, romarin, laurier-tin, *Mahonia* bruyère.

**Recherches sur les transformations des forces et des matières dans la respiration végétale**, par M. H. RODEWALD[1]. — On a vu dans un volume précédent des *Annales agronomiques* que M. Rodewald s'occupe depuis longtemps de recherches calorimétriques sur la respiration végétale. Le présent travail se rattache intimement aux publications antérieures du même auteur, mais son cadre s'est élargi en ce sens que les déterminations ont porté simultanément sur la quantité de calorique, sur l'acide carbonique émis et sur l'oxygène absorbé.

L'objet de l'expérience, qui était toujours la tige épaissie, charnue de chou-rave, était enfermé dans un cylindre clos contenant une petite quantité d'eau de baryte et portant un manomètre. Pour évaluer l'acide carbonique émis, il suffisait de titrer l'eau de baryte; le manomètre de son côté accusait une diminution de la pression qui permettait de déterminer la quantité d'oxygène absorbé. Il est clair que cette méthode présente des causes d'erreur que l'auteur discute avec soin, afin de pouvoir appliquer les corrections nécessaires.

Il résulte des cinq séries d'expériences que les quantités d'acide carbonique émis et d'oxygène absorbé sont sensiblement égales, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ étant égal à 1.061. Il est donc clair que la majeure partie du combustible destiné à alimenter la respiration, est fourni par les hydrates de carbone. Les dextrines et l'amidon faisant défaut dans le chou-rave, le glucose y étant au contraire très abondant, il faut admettre que c'est ce sucre qui entretient la respiration et qu'il s'y ajoute peut-être une petite quantité d'un corps plus oxygéné.

Le dégagement de un centimètre cube d'acide carbonique ($CO^2$) correspond à 4.37 calories, et l'absorption d'un centimètre cube d'oxygène ($O^2$) à 4.46 calories. Quand on fait brûler du glucose, un centimètre cube d'acide carbonique correspond à 4.95 calories.

Il est impossible de dire si la légère divergence provient de la combustion d'un corps plus oxygéné que le glucose ou de quelque autre circonstance inconnue.

**Sur la formation d'acides organiques dans les organes des plantes en voie d'accroissement**, par M. W. PALLADIN[2]. — D'après l'auteur, dans la respiration végétale, le rapport $CO^2 : O$ est ordinairement, sinon toujours, inférieur

1. *Pringsheim's Jahrb.*, XIX, 1888, p. 221-294. *Bot. Centralbl.*, XXXVI, p. 8.
2. *Ber. d. Bot. Gesellsch.*, V, p. 325.

à l'unité. Il admet également que l'oxygène se porte, non sur les hydrates de carbone, mais sur les matières albuminoïdes, qu'il apparait de l'asparagine comme produit de la décomposition de ces corps et qu'il se forme de la membrane cellulaire, ainsi que l'ont montré les plus récentes recherches microscopiques. Si on se base maintenant sur la formule de l'albumine telle que l'établit Lieberkühn, on voit qu'il reste un (ou plusieurs) corps privé d'azote, en supposant que tout l'azote entre dans la composition de l'asparagine. Ce groupe restant est ou bien brûlé par l'oxygène, ou bien sert à la construction des membranes cellulaires. Dans l'un et dans l'autre cas, il doit y avoir une forte assimilation d'oxygène, d'où résulte que le rapport $CO^2$ : O est plus petit que l'unité. La formation de la membrane cellulaire dans les organes en voie d'accroissement est accompagnée d'une forte assimilation d'oxygène.

Lorsque l'albumine est régénérée par l'asparagine et les hydrates de carbone, il reste un résidu très oxydé. Les acides organiques se forment dans les organes en voie d'accroissement comme produits accessoires de la régénération de l'albumine. L'auteur pense en outre que l'eau qui se forme pendant la respiration résulte également de la régénération des matières albuminoïdes par l'asparagine et les hydrates de carbone.

## Chimie agricole.

**Sur le dosage de l'essence de moutarde dans les graines des crucifères**, par M. O. Fœrster[1]. — L'auteur s'occupe en ce moment de recherches sur l'inconvénient que peut présenter l'essence de moutarde contenue dans les tourteaux, au point de vue de la santé des animaux. Il a été conduit ainsi à imaginer une nouvelle méthode de dosage, celles qui sont actuellement en usage étant reconnues insuffisantes.

Ordinairement on entraîne l'essence de moutarde par la distillation avec l'eau et on la transforme par l'ammoniaque en thiosinamine. Quand on pèse ce dernier corps directement, on obtient des chiffres trop faibles, parce que la thiosinamine perd constamment de poids pendant la dessiccation. Quand on décompose la thiosinamine par le nitrate d'argent pour peser ensuite le sulfure d'argent formé, on arrive également à des chiffres trop faibles et peu concordants, même en opérant sur l'essence de moutarde pure, et en même temps cette méthode ne peut pas s'appliquer aux plantes qui dégagent pendant la distillation des corps qui réduisent les sels d'argent. Une troisième méthode consiste à oxyder l'essence de moutarde par le permanganate de potasse et à doser l'acide sulfurique formé. Les chiffres sont trop faibles et non concordants.

L'auteur a constaté que les sels et l'oxyde de mercure se comportent avec la tiosinamine comme les sels d'argent; en employant les composés de ce métal, la réduction n'est pas à craindre.

Il se sert de préférence de l'oxyde de mercure fraîchement précipité dans une solution de bichlorure par la potasse. Le précipité chauffé à l'ébullition est floconneux et donne également un précipité floconneux de sulfure. L'excès d'oxyde de mercure est dissous par une solution à 4 p. 100 de cyanure de potas-

1. *Landwirthsch. Vers.-Stat.*, XXXV, p. 209-214.

sium. On multiplie par 0.138 le poids de sulfure de mercure lavé et séché pour obtenir le poids du soufre.

On a retrouvé ainsi respectivement 97.83; 97.93; 97.81; 99.46, etc. de la thiosinamine. L'écart a paru assez grand pour que l'auteur essayât de contrôler l'exactitude de la méthode par un dosage d'azote, d'après la méthode de Kjeldahl. Or ce dosage, exécuté sur un échantillon de thiosinamine pour lequel le dosage du soufre n'avait permis de retrouver que 97.93 p. 100, a donné un chiffre correspondant à 97.74 p. 100 de thiosine. Il y a donc lieu d'admettre que l'écart est dû non à l'imperfection de l'analyse, mais aux impuretés, privées d'azote et de soufre qui se trouvaient dans le produit initial.

La méthode étant trouvée, voici comment il faut opérer quand il s'agit de doser l'essence de moutarde dans les graines des crucifères ou dans les tourteaux :

On met dans une cornue 25 grammes de la substance pulvérisée et triturée avec de l'eau. On fait arriver de la vapeur d'eau qui, après avoir traversé la cornue va se condenser dans un réfrigérent descendant, dont l'extrémité s'infléchit verticalement dans un ballon de 250 centimètres cubes contenant 50 centimètres cubes d'alcool saturé d'ammoniaque. La pointe du réfrigérent plonge de quelques millimètres au-dessous du niveau de l'alcool. On arrête la distillation quand le volume du liquide condensé atteint 200 centimètres cubes. Ce liquide renferme la thiosinamine, on l'abandonne pendant douze heures dans le ballon bouché, puis on le chauffe dans un verre de Bohême, et on ajoute un excès d'oxyde de mercure préparé comme il a été dit plus haut. On chauffe toujours en agitant la liqueur. Avant qu'elle se refroidisse on ajoute une quantité suffisante de cyanure de potassium et on agite jusqu'à ce que le précipité du sulfure soit débarrassé de toute matière étrangère, on filtre, on lave le précipité, on le sèche et on le pèse. Il suffit de multiplier son poids par 0.4266 pour obtenir le poids de l'essence de moutarde.

A la fin de son travail, l'auteur étudie les produits accessoires qui se forment dans les graines des crucifères pendant le dédoublement du myronate de potassium : crotonitrile et soufre libre, sinapoline (diallylurée), acide carbonique et hydrogène sulfuré, etc., qui, ou bien ne sont pas assez abondants pour altérer notablement les résultats de l'analyse, ou bien présentent le soufre sous une forme telle que le résultat ne s'en trouve pas influencé.

---

*Le Gérant :* G. MASSON.

MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

CULTURES

# DU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1888

PAR

**M. P.-P. DEHÉRAIN**

Membre de l'Institut, professeur au Muséum et à l'École de Grignon

AVEC LA COLLABORATION

De **M. PATUREL**

Chimiste de la Station agronomique de Grignon.

## I. Culture du blé.

C'est à l'automne de 1884 que, désespérant d'obtenir de la variété de blé dite de Bordeaux, que j'avais cultivée jusqu'alors, les rendements élevés qui me paraissent nécessaires pour assurer à la culture une juste rémunération de son labeur, j'ai commencé à expérimenter sur diverses variétés recommandées par leur résistance à la verse et par suite susceptibles de supporter de fortes fumures.

Les résultats constatés à la récolte de 1885[1] furent tout à fait encourageants; j'obtins du blé rouge d'Écosse, du Browick et du blé à épi carré, des rendements correspondant à 40 quintaux ou 50 hectolitres à l'hectare, que le blé de Bordeaux ne m'avait jamais donnés que d'une façon tout à fait exceptionnelle.

Ces rendements qui auraient paru fabuleux, il y a quelques années, furent cependant dépassés et de beaucoup dans les cultures expérimentales de Wardrecques et de Blaringhem, dont M. Porion et moi avons ici même publié les résultats.

En 1886, les résultats constatés dans ces expériences furent encore excellents; dans un des champs d'essai de Wardrecques on dépassa 50 quintaux métriques à l'hectare, et enfin en 1887, une pièce de 68 ares donna l'admirable rendement de 53$^{qm}$8 à l'hectare, ce qui est le chiffre le plus élevé que nous ayons jamais constaté[2].

Ces magnifiques récoltes furent dues à la semaille du blé à épi carré; en 1886, en 1887, il m'a donné également à Grignon de bons résultats bien inférieurs cependant à ceux qu'il a fournis à Wardrecques.

1. *Ann. agron*, t. XI, p. 433 : les Blés à haut rendement.
2. *Ann. agron.*, t. XII, p. 49; XIII, p. 5; XIV, p. 5; les cultures expérimentales de Wardrecques de 1888 paraîtront dans les premiers fascicules de 1889.

Je n'ai pas été seul à constater que cette excellente variété paraît convenir mieux à la région septentrionale qu'au climat des environs de Paris. En effet, les chiffres que nous avons publiés, M. Porion et moi, ont déterminé nombre de cultivateurs à essayer la culture du blé à épi carré; désireux de savoir comment se comportait cette variété dans différents sols et sous des climats variés, nous avons adressé aux cultivateurs qui avaient essayé l'épi carré une circulaire pour les prier de nous communiquer leurs résultats.

Leurs réponses ont été insérées dans ce recueil même[1]; il en est résulté que la saison chaude et sèche de 1887 avait été très favorable à l'épi carré dans la région septentrionale, que dans le centre les résultats avaient été moyens, mais médiocres dans le midi.

La plupart de nos correspondants méridionaux attribuaient leurs échecs à la température excessive de l'année 1887 et se promettaient de reprendre les essais cette année; il était manifeste cependant que la variété essayée s'accommodait assez mal des fortes chaleurs estivales, et il devenait très intéressant de savoir si cette variété, si précieuse par les hauts rendements auxquels elle conduit et par sa résistance à la verse, constituait un type unique, d'une stabilité telle que les chances de la voir s'adapter à un climat différent de son pays d'origine étaient faibles, et si par suite il fallait se borner à la recommander aux cultivateurs de notre région septentrionale; ou bien si, au contraire, elle présentait assez de tendance à la variation, pour qu'il fût possible de la voir s'adapter à des contrées plus chaudes et plus sèches que l'Écosse, l'Angleterre ou même la France du Nord.

Or, il suffit d'examiner avec quelque attention un champ de blé à épi carré, pour reconnaître que la race ne paraît pas encore complètement fixée; en effet, tandis que la plupart des épis présentent la forme prismatique à laquelle la variété doit son nom, dans d'autres cas, l'épi se renfle à la base et affecte plutôt la forme d'un cône que celle d'un prisme.

Il ne semble donc pas que cette variété présente une fixité absolue, et il était utile de semer comparativement des grains ayant des origines différentes, pour reconnaître si, placés sur le même sol dans des conditions semblables, avec des fumures égales, ils donneraient des résultats identiques ou au contraire variables avec leur origine.

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 5.

Les cultures de 1887 (page 12 de ce volume) avaient déjà conduit à penser que le blé à épi carré provenant de M. Scholey n'était pas tout à fait semblable à celui que je tenais de M. Porion ; en effet, l'an dernier, l'épi carré Scholey, bien qu'il en fût à sa troisième année d'acclimatation à Grignon, avait mal supporté l'élévation de la température de l'été ; on n'avait guère dépassé 30 quintaux métriques à l'hectare, récolte médiocre pour cette variété ; le blé de M. Porion avait été bien meilleur, puisque, placé dans de moins bonnes conditions culturales, il avait donné dans un cas $35^{qm}7$ et sur trois autres parcelles des rendements variant de $32^{qm}5$ à $34^{qm}5$.

Ces différences semblaient montrer que les deux variétés n'étaient pas identiques et que le blé Porion était susceptible de mieux résister à la sécheresse que le blé Scholey.

Toutefois ce n'est pas après une seule épreuve, que les caractères d'une variété sont connus ; les expériences de culture doivent être souvent répétées pour conduire à des résultats certains ; il convenait donc de mettre de nouveau en parallèle, en 1888, les deux variétés essayées en 1887.

Les cultivateurs de blé à épi carré, qui en 1887 avaient bien voulu nous renvoyer notre circulaire, n'avaient pas tous également réussi, non seulement à cause des conditions particulières de la saison, du peu de fertilité naturelle de leur sol, mais aussi parce que la fumure distribuée avait été insuffisante ; il m'a paru intéressant de donner aux deux variétés mises en comparaison des engrais en quantités assez différentes, pour qu'on pût bien saisir leur influence et pour que les cultivateurs pussent trouver dans ces essais quelques indications utiles.

Enfin, nous avons insisté à diverses reprises sur la place qu'il convient de donner au blé dans l'assolement ; faut-il le mettre après la betterave, à la seconde année, ou après le trèfle à la quatrième, en plaçant l'avoine à la seconde année après les betteraves.

Si on place le blé en quatrième année, après le trèfle, faut-il le semer sur une terre laissée sans fumure, ou bien au contraire convient-il, pour obtenir les hauts rendements, de fortifier l'influence améliorante du trèfle par une fumure plus ou moins abondante, ou bien cette fumure est-elle sans action ?

C'est pour répondre à ces diverses questions, que nous avons disposé les expériences de 1888.

Les résultats obtenus sont réunis au tableau n° I.

TABLEAU I. — CULTURE DU BLÉ A ÉPI CARRÉ EN 1888.

| NUMÉROS DES PARCELLES. | CULTURES ET FUMURES en 1887. | NATURE ET POIDS DE L'ENGRAIS distribué en 1888. | DÉPENSE D'ENGRAIS. — Fumier à 10 fr. la tonne; sulfate d'ammoniaque à 35 francs les 100 kilos; nitrate de soude à 24 fr. les 100 kilos. | POIDS DU GRAIN. | VOLUME DU GRAIN¹. | POIDS DE LA PAILLE. | VALEUR DU GRAIN à 26 francs le quintal. | VALEUR DE LA PAILLE à 6 francs le quintal. | VALEUR DE LA RÉCOLTE. | BÉNÉFICE. — Frais fixes : 300 francs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Blé Porion. (Deuxième récolte à Grignon.)* | | | | | | | | |
| | | | Francs. | Kilogr. | Hectol. | Kilogr. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. |
| 45 | Trèfle. — Sans engrais | Sans engrais | ........... | 2140 | 27.4 | 3950 | 548 | 237 | 785 | 424 |
| 47 | Trèfle. — Sans engrais | 10.000 kil. fumier; 100 kil. sulfate d'ammoniaque; 100 kil. nitrate de soude | 159 | 2860 | 37.1 | 5450 | 743 | 327 | 1070 | 611 |
| 49 | Betteraves. — 60.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 20.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 248 | 3570 | 46.4 | 8400 | 928 | 504 | 1432 | 884 |
| 50 | Betteraves. — 30.000 kil. fumier; 200 kil nitrate de soude | Sans engrais | ........... | 3190 | 44.4 | 5200 | 829 | 312 | 1141 | 841 |
| 51 | Betteraves. — 50.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque | 10.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 148 | 4040 | 52.5 | 6500 | 1050 | 390 | 1440 | 992 |
| 60 | Trèfle. — Sans engrais | 30.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 348 | 3330 | 43.2 | 6050 | 865 | 363 | 1228 | 580 |
| 61 | Trèfle. — Sans engrais | 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammon | 370 | 3050 | 39.6 | 5450 | 793 | 327 | 1120 | 450 |
| 64 | Trèfle. — Sans engrais | 30.000 kil. fumier | 300 | 2720 | 35.3 | 5300 | 707 | 318 | 1025 | 425 |
| | | *Blé Scholey. (Quatrième récolte à Grignon.)* | | | | | | | | |
| 33 | Betteraves. — 20.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque | 20.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 248 | 4460 | 56.6 | 6700 | 1159 | 402 | 1561 | 1013 |
| 34 | Betteraves. — 20.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 20.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 248 | 4750 | 60.3 | 7650 | 1235 | 459 | 1694 | 1046 |
| 35 | Betteraves. — 30.000 kil. fumier. | 10.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 148 | 4650 | 59.0 | 7250 | 1209 | 435 | 1644 | 1196 |
| 46 | Trèfle. — Sans engrais | 10.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 148 | 2710 | 34.4 | 5200 | 704 | 312 | 1016 | 578 |
| 48 | Trèfle. — Sans engrais | 30.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude | 348 | 3630 | 46.1 | 6050 | 943 | 363 | 1306 | 658 |
| 62 | Trèfle. — Sans engrais | Sans engrais | ........... | 2910 | 36.9 | 5250 | 756 | 315 | 1071 | 771 |
| 63 | Trèfle. — Sans engrais | Sans engrais | ........... | 2030 | 25.7 | 2150 | 527 | 129 | 656 | 356 |
| 65 | Trèfle. — Sans engrais | 30.000 kil. fumier | 300 | 3730 | 47.3 | 6150 | 970 | 369 | 1339 | 739 |

Ils se rapportent, pour la partie supérieure, au blé originaire des cultures de M. Porion; la semence m'a été donnée par mon collaborateur et ami en 1886. Semé cette année-là à l'automne, il a fourni le grain qui a servi aux semailles de l'automne de 1887. La récolte de 1888 est donc la seconde obtenue à Grignon.

La partie inférieure du tableau comprend le blé à épi carré Scholey qui a été introduit à Grignon à l'automne de 1884, il est donc à sa quatrième année d'acclimatation.

Nous avons indiqué dans les différentes colonnes : les numéros des parcelles, les cultures de 1887 et les fumures distribuées; celles de 1888 sont inscrites dans la colonne suivante et leur prix vient dans la colonne n° 4; le poids du grain, son volume, le poids de la paille viennent ensuite; la valeur du grain, celle de la paille, puis leur ensemble occupent les colonnes suivantes; dans la dernière, on a calculé le bénéfice, en comptant les frais fixes à 300 fr. par hectare[1].

Sur la parcelle **45** l'épi carré a succédé au trèfle, on n'a donné aucune fumure; la récolte est très faible, 21$^{qm}$1, correspondant à 27.4 hectolitres, avec 39 quintaux métriques de paille.

Il est manifeste que la terre de la parcelle **45** n'est pas actuellement à un degré de richesse suffisant pour nourrir une variété aussi exigeante que l'épi carré. En 1885 cette parcelle avait porté des betteraves auxquelles on n'avait pas donné d'engrais; en 1886, elle avait eu du blé avec 30,000 kilos de fumier et 200 kilos d'azotate de soude, et c'est dans ce blé qu'on a semé le trèfle au printemps de 1886; il a fourni une bonne récolte en 1887, mais son influence améliorante a été insuffisante. On en a la preuve dans le rendement beaucoup plus élevé de **47** qui a donné 28$^{qm}$6 et 37.1 hectolitres de grain; la fumure avait été de 10,000 kilos de fumier, de 100 kilos d'azotate de soude et de 100 kilos de sulfate d'ammoniaque; on voit immédiatement dans la dernière colonne que, bien que la dépense d'engrais ait été considérable et qu'elle ait été portée toute entière au blé, il y a eu un large bénéfice à engraisser le sol.

1. On pensera que peut-être les chiffres indiqués pour la valeur du grain sont un peu élevés; en effet, nous avons pris le prix moyen du marché, or le blé roux a toujours une valeur un peu inférieure à celle des blés blancs, peut-être notre grain n'aurait-il été vendu que 25 francs le quintal au lieu de 26; mais il est à remarquer, d'autre part, que ce blé, étant actuellement recherché comme semence, atteint souvent 30 et 35 francs le quintal, ce qui fait une compensation; c'est par ces considérations que nous avons pris comme terme moyen : 26 francs.

La parcelle **49** mérite qu'on s'y arrête quelques instants; le sol de cette parcelle a été enrichi depuis la création du champ d'expériences par de nombreuses fumures de fumier de ferme. En 1887, on y avait ajouté 60,000 kilos de fumier et 200 kilos de nitrate de soude, la fumure était donc considérable; or, cette année, on a encore ajouté 20,000 kilos de fumier et 200 kilos de nitrate de soude; la fumure est évidemment beaucoup trop forte, elle a été employée pour savoir si l'épi carré résisterait encore ou si on réussirait avec ces doses excessives à le voir verser.

Jusqu'au commencement du mois de juillet, le blé s'est bien maintenu; il présentait une végétation magnifique, mais les orages sont arrivés et il s'est couché. On voit par le poids de paille obtenu que le développement de la plante était considérable; 8,400 kilos de paille battue à l'hectare est un rendement énorme, cependant la verse a fait baisser le rendement en grain qui n'est que de 35$^{qm}$,70 ou 46.4 hectolitres; le rapport du grain à la paille est de 0.42 tandis qu'il est à peu près normal à 0.62 pour la parcelle **51** qui a donné la plus forte récolte de la série.

Ainsi, quelle que soit la résistance à la verse de l'épi carré, on ne peut pas impunément le placer sur une terre qui dans l'espace de deux saisons aurait reçu une fumure excessive de 80,000 kilos de fumier de ferme.

Sur **50**, malgré la richesse du sol bien fumé depuis longtemps, l'abstention d'engrais pour le blé a été désavantageuse; les betteraves n'avaient reçu en 1887 que 30,000 kilos de fumier à l'hectare et 200 kilos de nitrate de soude, le blé n'a fourni que 31$^{qm}$9. Ainsi les cultivateurs qui, faisant succéder le blé à la betterave, ne donnent aux racines qu'une faible fumure de fumier, dans la crainte de diminuer leur richesse en sucre, n'obtiendront de l'épi carré le maximum de rendement qu'à la condition de lui distribuer une nouvelle dose d'engrais; celle-ci sera même avantageuse après une fumure pour betteraves de 50,000 kilos de fumier et de 200 kilos de sulfate d'ammoniaque, au moins c'est ce qui ressort du rendement de la parcelle **51** qui a donné le maximum de ce qu'a fourni le blé à épi carré Porion cette année; 40 quintaux métriques ou 52.5 hectolitres laissant toute dépense payée 992 francs de bénéfice à l'hectare est un chiffre absolument satisfaisant. La parcelle **60** a donné 33$^{qm}$3 et 60 quintaux métriques de paille; bien que le blé succédât à du trèfle, on n'a pas hésité à donner une fumure assez

abondante de 30,000 kilos de fumier et de 200 kilos d'azotate de soude; c'est qu'en effet pendant longtemps **60** a été cultivé sans engrais; c'est seulement en 1885 qu'il a reçu 30,000 kilos de fumier pour soutenir un semis de choux; en 1886 cette parcelle a porté de l'avoine dans laquelle on a semé le trèfle, mais l'avoine n'avait reçu aucune fumure; le sol était donc assez pauvre et malgré la fumure de l'automne de 1887, on n'a obtenu qu'une récolte moyenne, plus forte cependant que celle de la parcelle **61**, bien que la fumure ait été à peu près semblable, sauf que le sulfate d'ammoniaque a remplacé l'azotate de soude. A Grignon les sels ammoniacaux sont en général moins avantageux que les nitrates. Je ne crois pas cependant que la différence de 9 quintaux puisse être attribuée à cette substitution. En 1881, 1882, 1883, **61** a reçu du fumier, mais il est resté sans engrais depuis cette époque; or, si les anciennes fumures ont toujours une influence marquée, cette influence ne s'étend pas au delà de quelques années, et **61** n'ayant rien reçu depuis quatre ans s'est trouvé plus affaibli que **60** qui, ainsi qu'il a été dit, a été fumé en 1885. Quant à **64**, c'est aussi une parcelle affaiblie, qui depuis 1883 n'a eu que 20,000 kilos de fumier en deux fois; de plus, à l'automne de 1887 on a bien donné 20,000 kilos de fumier comme aux récoltes précédentes; mais au printemps on s'est abstenu de nitrate de soude, et la récolte est restée à 27 quintaux métriques. Il est à remarquer, en outre, que cette parcelle qui se trouvait à l'extrémité du champ a été victime des déprédations des oiseaux plus que ses voisines.

Quoi qu'il en soit en comparant les rendements de **45** à ceux de **47** et surtout de **60**, de **61** et de **64**, on arrive à cette conviction qu'à Grignon, même après trèfle, l'épi carré réclame une forte fumure pour atteindre les hauts rendements.

Nous voyons en outre que ceux-ci n'apparaissent pas à la suite des fumures même très copieuses, si le sol n'est pas enrichi de longue main; nous l'avons dit depuis longtemps, et nous ne saurions trop le répéter, la fertilité ne s'improvise pas, elle est la récompense d'efforts longtemps continués.

*Blé Scholey.* — Les trois parcelles **33**, **34** et **35** ont donné cette année les récoltes les plus abondantes que nous ayons jamais obtenues au champ d'expériences de Grignon. Jamais nous n'avions constaté jusqu'à présent une récolte dépassant sensiblement 50 hectolitres. Or la parcelle **34** nous en a, cette année, fourni 60!

Les fumures ont été très abondantes cette année, et l'an dernier pour betteraves sur **33** et **34**, elles ont été faites à raison de 20,000 kilos à l'hectare; **33** avait eu 200 kilos de sulfate d'ammoniaque et **34** 200 kilos de nitrate de soude; les fumures de 1888 ont été identiques ; et cependant **34** surpasse légèrement **33**, donnant 47$^{qm}$5 contre 44$^{qm}$6 fournis par **33**. La parcelle **35** a reçu 30,000 kilos de fumier en 1887, seulement 10,000 en 1888 avec 200 kilos de nitrate de soude; le rendement est de 46$^{qm}$5, un peu inférieur à **34**, mais supérieur à **33**.

Ces chiffres correspondant respectivement à 56.6, 60.3 et 59 hectolitres à l'hectare sont, ainsi qu'il a été dit, les plus élevés que nous ayons jamais constatés à Grignon ; ils sont dus à coup sûr à la bonne qualité de la variété, à l'abondance des fumures, mais en outre, ils n'ont été obtenus que parce que le temps a été pluvieux. Nos terres de Grignon souffrent habituellement de la sécheresse, c'est elle qui l'an dernier a maintenu nos récoltes entre 30 et 35 quintaux métriques sans nous permettre d'atteindre les rendements élevés de cette année ; cette saison considérée généralement comme défavorable par presque tous nos correspondants qui cultivent des terres fortes, a été au contraire très bonne pour nos sols dont l'égouttage se fait aisément.

La comparaison entre les deux parcelles **46** et **48** est très instructive : toutes deux sortaient de trèfle ; les fumures antérieures sont à peu près semblables ; on a donné au printemps la même quantité de nitrate de soude, mais à l'automne **48** a reçu 30,000 kilos de fumier et **46**, 10,000 seulement; la différence est de près de 10 quintaux métriques ; il est donc bien manifeste, nous le répétons encore une fois, que pour l'épi carré semé sur une terre un peu légère, où, suivant l'expression consacrée, les engrais passent vite, il faut donner une bonne fumure après trèfle, pour atteindre de hauts rendements.

Les autres variétés de blé se comportent tout autrement, et en 1885 le blé de Bordeaux, placé après trèfle sans aucune fumure sur une terre riche, il est vrai, mais pendant une bonne saison, a versé; tandis que malgré la pluie, l'épi carré s'est parfaitement maintenu.

La parcelle **65** a donné également après trèfle et fumure au fumier une excellente récolte. Je n'insisterai pas sur le faible rendement de **63** ; on a prélevé des échantillons sur la parcelle à diverses

reprises, par conséquent au moment de la récolte le blé ne s'y trouvait pas dans des conditions normales.

Quant à 62, qui reste à 29 quintaux métriques sans fumure, supérieur à 46 qui a été légèrement fumé, il doit son rendement élevé aux fumures antérieures; il avait reçu 30,000 kilos de fumier en 1885, 10,000 en 1886, sa richesse était donc suffisante pour expliquer la récolte qu'on en a tiré.

On remarquera que cette année les parcelles sur lesquelles le blé a succédé aux betteraves ont donné des rendements supérieurs à celles où le blé a succédé au trèfle, ce qui est en contradiction avec ce que j'ai observé les années précédentes. La contradiction toutefois n'est qu'apparente; la raison pour laquelle la succession betterave-blé me paraît, en général, fâcheuse, c'est que souvent l'automne est pluvieux, l'arrachage des betteraves lent et pénible, et que le temps manque pour bien préparer le sol avant les semailles; si au contraire l'automne est sec, si l'arrachage est facile et rapide, l'inconvénient signalé disparaît et la succession betterave-blé ne présente pas les inconvénients qui ont été décrits.

En outre dans l'assolement quinquennal où le blé succède aux betteraves et au trèfle, on est conduit à mettre l'avoine en cinquième année après le second blé, c'est-à-dire sur un sol déjà sali par une céréale; or, j'ai reconnu que si l'avoine ne bénéficiait que médiocrement des fumures, elle était extrêmement sensible à la propreté du sol, par conséquent les conclusions que j'ai développées à diverses reprises sur les assolements, bien qu'elles ne soient pas appuyées par les résultats constatés en 1888, ne me paraissent pas devoir être abandonnées.

En comparant les deux séries de parcelles ensemencées avec les deux races d'épi carré, on trouve les résultats suivants pour les deux dernières années.

*Rendements moyens en quintaux métriques à l'hectare.*

| | 1887 | 1888 |
|---|---|---|
| Blé Porion | 33.9 | 31.00 |
| Blé Scholey | 29.8 | 34.84 |

En 1887 le blé Porion a surpassé le blé Scholey, en 1888 c'est le contraire qui a eu lieu; les fumures ayant été analogues, il est manifeste que cette différence doit être attribuée aux caractères des deux saisons.

Or, ils ont été absolument différents : 1887, été chaud et sec; 1888, été froid et pluvieux.

Il semble qu'on puisse déduire, des résultats de ces deux récoltes, qu'il existe dans la variété à épi carré des races différentes, l'une mieux adaptée à la sécheresse, l'autre à l'humidité, l'une résistant mieux à la chaleur, l'autre à la pluie; il est à remarquer en outre que ces caractères particuliers semblent assez persistants, puisqu'ils se manifestent encore dans le blé Scholey après quatre années de culture dans la région tempérée des environs de Paris.

On arrive donc à cette conclusion, peut-être hâtive il est vrai, puisqu'elle repose seulement sur la comparaison de deux récoltes : la variété à épi carré présente des races différentes douées d'aptitudes diverses et ces races possèdent une certaine fixité.

Ce serait là, s'il se vérifie les années suivantes, un point très important, qui expliquerait d'abord les résultats très divergents obtenus dans la même contrée; ainsi dans le département de Seine-et-Oise, dans celui de Seine-et-Marne quelques cultivateurs ont essayé la culture du blé à épi carré et n'en ont obtenu, pendant ces dernières années, que des résultats médiocres, tandis que ceux qu'on constatait à Grignon, par conséquent dans des conditions climatériques analogues, étaient excellents. Peut-être trouverait-on, de ces divergences, une explication plausible, en supposant que les cultivateurs qui n'ont pas réussi sont tombés, sans le savoir, sur des races résistant mal à la chaleur et à la sécheresse, tandis que ceux qui ont employé une semence d'une autre origine ont obtenu des résultats très avantageux.

Il résulterait des faits précédents que le blé Porion serait mieux adapté que le blé Scholey à des températures élevées. S'il existe, en effet, deux races différentes de blé à épi carré, l'une plus apte que l'autre à supporter les fortes températures estivales; rien n'empêche de supposer que des cultivateurs avisés cultivant le blé Porion dans la région centrale et sélectionnant avec soin les semences provenant des pieds devenus vigoureux, malgré l'élévation de la température, ne réussissent après quelques années à obtenir une race encore mieux adaptée que le blé Porion aux régions chaudes et que ce blé introduit dans les départements méridionaux ne finissent par s'y acclimater et par fournir des rendements analogues à ceux qu'on en obtient dans le Nord.

Ce n'est là, bien entendu, qu'une hypothèse, puisque, je le répète,

elle ne repose que sur les observations de deux années; il m'a paru toutefois qu'elle méritait d'être émise. Les résultats constatés dans l'avenir la justifieront ou conduiront au contraire à l'abandonner.

*Culture du blé de Bordeaux. Sélection de l'île verte.* — J'ai reçu l'an dernier une variété de blé de Bordeaux appartenant à la race désignée sous le nom de blé de l'île verte. Elle fut semée à l'automne de 1887 et on obtint les résultats consignés au tableau suivant :

TABLEAU II.

| NOMS DES PARCELLES. | FUMURES. | POIDS DU GRAIN. | VOLUME DU GRAIN. | POIDS DE LA PAILLE. |
|---|---|---|---|---|
| A............ | Rien...................... | 13.0 | 17.3 | 22.5 |
| B. ........... | 10.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude........ | 20.5 | 27.3 | 43.0 |
| C............ | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude......... | 21.5 | 28.6 | 48.5 |

On voit que les rendements sont faibles, le blé a mal supporté l'hiver, il a dépéri, des places étaient entièrement vides, mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est de reconnaître que la forte fumure distribuée sur la parcelle C est restée absolument sans action ; si ont met en comparaison l'influence de ces fumures plus ou moins copieuses sur le blé de Bordeaux et sur l'épi carré, on voit apparaître clairement les caractères des deux variétés. Sans fumure directe, le blé de Bordeaux donne 17$^h$3 et l'épi carré 29 hectolitres; la différence est de 9$^h$5; avec une fumure moyenne, le blé de Bordeaux donne 27$^h$3, l'épi carré 39 hectolitres, la différence est de 11$^h$7; et enfin avec une forte fumure, le blé de Bordeaux reste à 28$^h$5; cette fumure est sans effet sur lui, tandis que l'épi carré s'élève à 43$^h$6 : la différence est de 14$^h$1 ; les différences s'accroissent à mesure que les fumures sont plus fortes.

Nous citons les chiffres précédents parce qu'ils sont de nature à bien montrer que l'épi carré ne doit pas être cultivé comme le blé de Bordeaux, que si on se borne à donner à l'épi carré les fumures qu'on emploie pour les autres variétés, on n'en tire pas tous les avantages qu'il est possible d'en obtenir, en adaptant les fumures

Les matières azotées atteignent donc leur teneur moyenne, les cendres la dépassent un peu, l'amidon seul est légèrement en déficit, ce qui s'accorde bien avec les conditions mêmes de la saison pendant laquelle ce grain s'est développé.

### II. — Culture de l'avoine.

Les essais exécutés les années précédentes nous ont montré que de toutes les variétés essayées à Grignon, l'avoine des salines si répandue dans la région septentrionale et l'avoine géante à grappes, variété nouvelle due à M. H. Vilmorin, se sont montrées les plus prolifiques; ce sont ces deux variétés qui ont été seules cultivées cette année.

On les a placées après betteraves, suivant l'assolement quadriennal que nous avons mis en pratique depuis quelques années et qui nous a paru donner de bons résultats.

Sur la parcelle **36** les betteraves avaient reçu seulement du fumier; l'avoine n'a pas été fumée, elle a donné cependant 36 quintaux métriques de grain, rendement qui peut être considéré comme très avantageux pour une année où un printemps sec a été défavorable aux grains semés en mars; en effet, le calcul du produit net conduirait à près de 800 francs par hectare, chiffre élevé pour la culture de l'avoine.

Nous reviendrons un peu plus loin sur la parcelle **37** restée sans engrais.

Quant aux deux parcelles **38** et **39**, l'avoine y a succédé à des betteraves qui n'avaient reçu que des engrais salins; il a donc paru nécessaire de donner à l'avoine du fumier, la dose a été réduite à 10,000 kilos, auxquels on a ajouté 100 kilos de nitrate de soude et 100 kilos de sulfate d'ammoniaque; les deux récoltes sont assez voisines, l'une de 33qm 4, l'autre de 34qm4; on reconnaît que cette fumure directe a été moins avantageuse que l'arrière-fumure de **36**.

En portant au compte de l'avoine le prix de la fumure qu'elle a reçue, il reste encore un bénéfice de 570 francs dans un cas, de 594 francs dans l'autre; si on se rappelle que, l'an dernier, les betteraves de la parcelle **36** avaient donné 613 francs de bénéfice, tandis que celui-ci avait été nul pour **38** et réduit à 113 francs pour **39** [1], on reconnaît combien, à Grignon, la culture qui

1. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 532. Voyez plus loin au nouvel exemple : *De l'influence funeste de la fumure aux engrais salins sur le rendement des betteraves.*

TABLEAU IV. — CULTURE DE L'AVOINE EN 1888.

| NUMÉROS DES PARCELLES. | CULTURE PRÉCÉDENTE. | NATURE ET POIDS DE L'ENGRAIS. | DÉPENSE D'ENGRAIS. — Fumier à 10 fr. la tonne; sulfate d'ammoniaque à 35 fr. les 100 kilos; nitrate de soude à 24 fr. les 100 kil. | POIDS DU GRAIN. | VOLUME DU GRAIN[1]. | POIDS DE LA PAILLE. | VALEUR DU GRAIN à 17 francs le quintal. | VALEUR DE LA PAILLE à 7 fr. le quintal. | VALEUR DE LA RÉCOLTE. | BÉNÉFICE. — Frais fixes : 300 fr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Avoine des Salines.* | | | | | | | | |
| | | | Francs. | Kilogr. | Hectol. | Kilogr. | Francs. | Francs. | Francs. | Francs. |
| 36 | Betteraves. — 30.000 kil. de fumier. | Sans engrais.................... | ............ | 3670 | 74.8 | 6800 | 623 | 476 | 1099 | 799 |
| 37 | Betteraves. — Sans engrais...... | Sans engrais.................... | ............ | 3110 | 43.4 | 5800 | 529 | 406 | 935 | 635 |
| 38 | Betteraves. — 200 kil. de sulfate d'ammoniaque................ | 10.000 kil. fumier; 100 kil. nitrate de soude; 100 kil. sulfate d'ammoniaque.................... | 159 | 3340 | 68.1 | 6600 | 567 | 462 | 1029 | 570 |
| 39 | Betteraves. — 200 kil. de nitrate de soude...................... | 10.000 kil. fumier; 100 kil. nitrate de soude; 100 kil. sulfate d'ammoniaque.................... | 159 | 3440 | 70.1 | 6700 | 584 | 469 | 1053 | 594 |
| | | *Avoine géante à grappes.* | | | | | | | | |
| 52 | Betteraves. — 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque.. | Sans engrais.................... | ............ | 3200 | 71.1 | 5350 | 544 | 374 | 918 | 618 |
| 53 | Betteraves. — Sans engrais...... | Sans engrais.................... | ............ | 2230 | 4.79 | 3550 | 379 | 248 | 627 | 327 |
| 55 | Betteraves. — 50.000 kil. fumier; 200 kil. nitrate de soude....... | 5.000 kil. fumier; 100 kil. nitrate de soude.................... | 74 | 3780 | 84.3 | 6050 | 642 | 423 | 1065 | 692 |
| 56 | Betteraves. — 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque.. | Sans engrais.................... | ............ | 3200 | 71.1 | 5400 | 544 | 378 | 922 | 622 |

1. Poids de l'hectolire de grain = { Avoine des Salines........... 49 kil.
Avoine géante à grappes...... 44$^{k}$8

emploie le fumier de ferme est plus avantageuse que celle qui n'utilise que les engrais chimiques.

Revenons maintenant à la parcelle **27** qui est restée sans engrais depuis 1875, époque de la création des champs d'expériences, et remarquons le fait curieux que la récolte d'avoine qu'elle a portée sans être bonne est cependant passable, elle est de 31qm 1. Or cette même terre, qui en 1888 nourrit encore convenablement l'avoine, avait été l'an dernier incapable de fournir aux betteraves les aliments nécessaires, à leur développement, puisque la récolte n'y a été que de 13,000 kilos à l'hectare. Les divergences de ces résultats tiennent peut-être plutôt au reste, aux caractères des deux saisons, qu'à l'appauvrissement même du sol; en effet, les expériences sur la nitrification qui ont porté sur la terre de cette parcelle (voyez p. 307 de ce volume) ont montré qu'elle renfermait encore une matière azotée, nitrifiable, mais cette nitrification s'est produite au laboratoire dans une terre maintenue humide, or en 1887 la sécheresse a été extrême, et en 1888, l'été a été pluvieux; dans un cas les conditions nécessaires à la nitrification se sont rencontrées, elles ont fait défaut dans l'autre.

Si nous laissons de côté la parcelle **27**, qui est dans une condition anormale, puisqu'elle est sans fumure depuis 1875, nous voyons que la moyenne des trois parcelles **26**, **28** et **29** est de 34qm 6 et de 67 quintaux métriques de paille; chiffres infiniment plus élevés que ceux que j'ai obtenus autrefois avec l'avoine noire de Brie très répandue dans Seine-et-Oise.

*Avoine géante à grappes.* — Sans fumure directe, mais après betteraves fumées à raison de 30,000 kilos de fumier et de 200 kilos de sulfate d'ammoniaque, l'avoine géante à grappes a fourni, sur la parcelle **52** : 32 quintaux métriques de grains et 53 quintaux métriques de paille.

Sur **53**, qui est encore restée comme **27** longtemps sans engrais, l'avoine n'a plus donné que 22 quintaux métriques; c'est une récolte faible, mais qui n'est pas cependant aussi différente de celle des parcelle fumées que l'a été la récolte des betteraves de l'an dernier qui, sur **53**, n'avaient donné que 10,100 kilos de racines à l'hectare. Les réflexions que nous a suscitées le rendement de la parcelle **27** s'appliquent donc encore à cette parcelle **53**.

Bien que **55** ait reçu l'an dernier 50,000 kilos de fumier et 200 kilos de nitrate de soude, on a encore fait une légère dépense

d'engrais pour l'avoine, afin de savoir si l'on réussirait à faire monter la récolte à un chiffre inusité, l'avoine n'ayant pas versé; on a obtenu en effet, 37qm 8 de grain, c'est le chiffre le plus élevé de la série; on a eu en même temps 60 quintaux métriques de paille battue.

Il est bien manifeste que la petite fumure donnée à **55** a été efficace, car **56**, qui avait reçu l'an dernier la même dose de fumier que **55** et du sulfate d'ammoniaque, il est vrai, au lieu d'azotate de soude, a donné seulement 32 quintaux métriques de grain et 54 quintaux métriques de paille. La valeur de la récolte de **55** était de 642 francs, celle de **56** de 544 francs; toute dépense d'engrais payée, **55** donne encore un bénéfice de 69 francs supérieur à celui de **56**. Ainsi une légère fumure a été avantageuse.

Si nous comparons l'une à l'autre les deux variétés mises en expérience, nous trouvons les moyennes suivantes dans lesquelles n'entrent pas les parcelles **37** et **53**, qui sont évidemment dans des conditions anormales.

| | Grain. Quint. mét. | Paille. Quint. mét. |
|---|---|---|
| Avoine des Salines | 34.6 | 67.0 |
| Avoine à grappes | 33.6 | 55.7 |

L'avoine des Salines est donc un peu supérieure comme grain et tout à fait comme paille; il est remarquable, au reste, que ni cette année, ni en 1887 l'avoine à grappes n'a mérité son nom de géante; les poids de paille constatés font voir clairement que le développement a été médiocre : pendant toute la saison, l'avoine à grappes a été plus courte que l'avoine des Salines. C'est seulement la première année de son introduction à Grignon, en 1886, que l'avoine à grappes a pris des dimensions exagérées; nous n'en avions semé qu'une seule parcelle qui a donné une récolte de 40 quintaux métriques de grain et de 7,200 kilos de paille, mais qui a versé.

Pendant cette même année 1886, l'avoine des Salines avait donné 37qm 2 de grain et 81 quintaux métriques de paille.

En 1887 l'avoine à grappes avait donné 39 quintaux métriques de grain et 58 quintaux métriques de paille, celle des Salines 36qm 6 de grain et 54 quintaux métriques de paille.

Si nous fondons en une seule moyenne les chiffres recueillis pendant ces trois ans, nous trouvons :

*Moyenne des rendements en 1886, 1887 et 1888.*

| | Grain. Quint. mét. | Paille. Quint. mét. |
|---|---|---|
| Avoine à grappes | 37.5 | 69.1 |
| Avoine des Salines | 36.1 | 67.0 |

Chiffres bien voisins les uns des autres, de telle sorte qu'il est encore difficile de se prononcer entre ces deux variétés, qui me paraissent l'une et l'autre mériter la sérieuse attention des praticiens, qui ne trouveront pas dans la couleur jaune de leur grain un obstacle à leur vente.

## Cultures fourragères.

Elles ont été établies pour étudier la question suivante : est-il plus avantageux de semer du trèfle dans l'avoine et d'en tirer deux coupes, ou bien vaut-il mieux semer après l'avoine ou le blé du trèfle incarnat, en tirer une seule coupe, puis préparer rapidement le sol, lui donner une fumure et y semer du maïs fourrage ?

L'avantage du trèfle rose ordinaire est de donner facilement du foin, tandis que le trèfle incarnat se consomme surtout à l'état frais, soit immédiatement après la coupe, soit après ensilage ; mais il peut se trouver telles circonstances où le cultivateur aurait intérêt à faire du foin avec l'herbe de la prairie et ferait consommer le trèfle à l'état vert, or dans ces conditions on va voir que la quantité de fourrage obtenue est bien plus considérable avec la succession trèfle incarnat et maïs fourrage qu'avec trèfle, voilà au reste les nombres trouvés rapportés à l'hectare.

TABLEAU IV. — CULTURE DU TRÈFLE.

| NUMÉROS des parcelles. | 1re COUPE à l'état frais. | 2e COUPE à l'état frais. | TOTAL à l'état frais. |
|---|---|---|---|
| | Kilos. | Kilos. | Kilos. |
| 17 | 21.300 | 21.100 | 42.400 |
| 18 | 21.100 | 21.000 | 42.100 |
| 19 | 18.300 | 17.800 | 36.100 |

La première coupe de trèfle a été difficile à récolter, en revanche

la seconde a été fanée facilement, et comme la fin de la saison a été très humide elle a presque égalé partout la première. L'avoine dans laquelle on avait semé le trèfle n'avait reçu de fumure que pour la parcelle **19**; cette fumure a paru défavorable au développement du trèfle qui est plus faible sur cette parcelle que sur les deux autres.

Si l'on admet que le poids du foin soit le quart de la récolte verte, on trouverait cette année que les deux premières parcelles auraient donné un peu plus de 10,000 kilos de foin et la seconde 9,000 kilos; ce sont donc de bonnes récoltes comme on en obtient par les années pluvieuses, malheureusement la première coupe a été mal rentrée et aurait perdu une partie de sa valeur.

Si nous calculons la valeur de la première coupe à 40 francs les 500 kilos et la seconde à 60 francs, ou l'ensemble à 100 francs les 1,000 kilos, nous aurons pour 900 francs environ de fourrage.

Comparons maintenant à cette récolte celles du trèfle incarnat et du maïs et nous pourrons voir quelle est celle des deux cultures qu'il convient de préconiser.

TABLEAU V. — CULTURES SUCCESSIVES DU TRÈFLE INCARNAT ET DU MAIS FOURRAGE.

| PARCELLES. | TRÈFLE INCARNAT à l'état frais. | MAIS FOURRAGE en vert[1]. |
|---|---|---|
| | Kilos. | Kilos. |
| 20 | 28.100 | 57.500 |
| 21 | 3.600 | 26.100 |
| 22 | 16.400 | 54.700 |
| 23 | 9.400 | 57.600 |
| 24 | 17.100 | 58.100 |
| 25 | 13.500 | 60.400 |

1. Toutes les parcelles ont reçu, en juin, 30.000 kilogr. de fumier à l'exception de 21 maintenu sans engrais.

Le tableau V fait voir que la récolte du trèfle incarnat est extrêmement inégale.

C'est en vain que nous avons essayé de rapporter ces inégalités

aux fumures antérieures; s'il est facile de comprendre que la parcelle 21, restée sans engrais depuis 1875, ne donne qu'une récolte très faible, on ne voit pas pourquoi 20 donne une récolte excellente tandis que 22 en fournit une beaucoup plus faible.

La réussite du trèfle incarnat à Grignon a toujours été très incertaine; après beaucoup d'essais infructueux, on a fini par y renoncer, et les résultats constatés cette année ne sont pas très encourageants; toutefois, il est d'autres sols sur lesquels il réussit bien, et on peut supposer qu'il y fournit des récoltes analogues à la moyenne de nos parcelles, c'est-à-dire environ 170 quintaux métriques à l'hectare; si nous calculons ce fourrage à l'état de foin, nous trouverons environ 4,000 kilos valant à 50 francs les 500 kilos 400 francs, chiffre toutefois un peu fictif, car le trèfle incarnat perd beaucoup de valeur à la dessiccation, de telle sorte qu'on n'en vend guère et qu'il est toujours consommé par les animaux de la ferme; mais il ne nous a pas paru possible d'établir la comparaison sans attribuer une valeur argent au fourrage obtenu.

Immédiatement après avoir abattu le trèfle incarnat à la fin de juin, on a donné un labour léger, enfoui le fumier et on a semé le maïs fourrage.

La saison a été pluvieuse, le maïs s'est bien développé, on l'a récolté à la fin de septembre; si on laisse de côté la parcelle 21 maintenue sans engrais, on trouve des quantités assez voisines les unes des autres; en moyenne le maïs fourrage vert a donné 57,600 kilos à l'hectare. Si on l'estime à 20 francs la tonne on aurait 1,152 francs de fourrages qui, ajoutés aux 400 francs du trèfle incarnat, forment une somme plus considérable que celle qu'on a obtenue du trèfle; il est bien à remarquer cependant qu'on a dépensé dans la seconde culture 30,000 kilos de fumier à l'hectare; si on les suppose achetés, ils reviendraient enfouis dans le sol à environ 10 francs la tonne et on aurait de ce chef une dépense de 300 francs : 1,552 francs se réduiraient donc à 1,252 francs bien supérieurs encore aux 900 francs du trèfle rose.

On peut admettre que le résidu laissé par les 30,000 kilos de fumier donnés au maïs équivalent à l'action améliorante du trèfle, par conséquent il ne reste à discuter que les avantages et les inconvénients de ces deux cultures.

Il est bien évident d'abord que la question ne se pose que dans le cas où les fourrages devront être consommés dans la ferme : en

effet, si on vend des fourrages, il n'y a plus de discussion, puisque le trèfle rose est seul marchandise de vente.

Quand bien même le fourrage serait consommé, on ne saurait *a priori* affirmer que la succession trèfle incarnat-maïs sera nécessairement supérieure au trèfle rose; en effet, dans le premier cas, on fait essentiellement un fourrage vert à consommer immédiatement, tandis que dans le second on prépare un aliment pour l'hiver; enfin le maïs est bien plus susceptible de geler que le trèfle.

Malgré ces inconvénients, je ne serais pas étonné qu'un fermier spéculant sur la vente du lait, du beurre ou du fromage, qui par conséquent a besoin d'une grande quantité de fourrage vert, ne trouvât avantage, quand il n'a pas semé de trèfle dans une céréale, à employer cette succession trèfle incarnat-maïs; dans les années humides, elle fournira une quantité de fourrage considérable.

### Culture des betteraves

Les expériences de 1888 ont eu surtout pour but de vérifier les conclusions que nous avons tirées des résultats obtenus en 1887, à savoir :

1° Le cultivateur n'est pas astreint à faire chaque année la dépense nécessaire pour acquérir des graines de très bonne qualité. En choisissant dans une culture issue de betteraves Vilmorin des racines bien faites et en les conservant comme porte-graines, il peut, quand les conditions sont favorables, obtenir d'excellentes racines.

2° Dans une terre un peu légère comme celle de Grignon, on obtient de très bonnes racines en employant une fumure de fumier de ferme.

On a disposé les parcelles du champ d'expériences pour vérifier, ainsi qu'il a été dit, les deux propositions précédentes, et surtout pour voir de nouveau si l'emploi du fumier proscrit par les cultivateurs du Nord, non seulement n'était pas fâcheux, mais serait même extrêmement avantageux cette année comme il l'avait été l'an dernier[1].

Les conditions climatériques n'ont pas été aussi désavantageuses

1. Voyez *Ann. agr.*, t. XIII, p. 531, les faibles rendements des parcelles 28 et 29 cultivées sans fumier.

TABLEAU VI. — CULTURE DES BETTERAVES AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1888.

| NUMÉROS DES PARCELLES. | CULTURE EN 1887. | FUMURE EN 1887. | FUMURE EN 1888. | POIDS NET des racines. | DENSITÉ DU JUS. | SUCRE par décilitre de jus. | SUCRE par degré de densité. | SUCRE p. 100 de betteraves. | VALEUR DE LA TONNE. | VALEUR de la récolte. | DÉPENSES TOTALES. | BÉNÉFICE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Betteraves-graines de Grignon.* | | | | | | | | | |
| | | | | Kil. | | Gr. | | | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| 40 | Blé......... | Sans engrais.................... | 50.000 kil. fumier; 100 kil. azotate de soude; 100 kil. sulfate ammoniaque...................... | 40.280 | 7.6 | 17.5 | 2.30 | 15.4 | 28.60 | 1152 | 1036 | 116 |
| 41 | Blé......... | 20.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude...................... | 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque................. | 39.720 | 8.3 | 19.4 | 2.33 | 16.9 | 32.80 | 1302 | 836 | 466 |
| 42 | Blé......... | 10.000 kil. fumier; 300 kil. azotate de soude..................... | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude...................... | 40.100 | 7.9 | 18.5 | 2.34 | 16.3 | 30.40 | 1219 | 828 | 391 |
| 44 | Blé......... | 20.000 kil. fumier.............. | 100 kil. azotate de soude; 100 kil. sulfate d'ammoniaque.......... | 25.320 | 8.0 | 19.0 | 2.37 | 16.7 | 31.00 | 784 | 532 | 252 |
| 72 | Blé... ..... | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude...................... | 60.000 kil. fumier............... | 41.650 | 8.3 | 19.0 | 2.28 | 16.6 | 32.80 | 1366 | 1064 | 302 |
| 73 | Blé......... | 200 kil. azotate de soude....... | 60.000 kil. fumier............... | 40.770 | 8.0 | 18.5 | 2.31 | 16.2 | 31.00 | 1263 | 1064 | 199 |
| 74 | Blé.... .... | 30.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude...................... | 60.000 kil. fumier............... | 45.270 | 8.0 | 18.4 | 2.30 | 16.1 | 31.00 | 1403 | 1064 | 339 |
| 75 | Blé......... | Sans engrais.................... | 60.000 kil. fumier............... | 43.300 | 7.9 | 17.7 | 2.24 | 15.5 | 30.40 | 1316 | 1064 | 252 |
| | | | *Betteraves Vilmorin.* | | | | | | | | | |
| 43 | Blé......... | 20.000 kil. fumier; 200 kil. azotate de soude...................... | 30.000 kil. fumier............... | 28.550 | 8.2 | 18.0 | 2.27 | 16.3 | 32.20 | 919 | 764 | 155 |
| 71 | Blé......... | 30.000 kil. fumier; 200 kil. sulfate d'ammoniaque................. | 60.000 kil. fumier............... | 34.025 | 9.0 | 21.0 | 2.33 | 18.3 | 37.00 | 1258 | 1064 | 194 |

en 1888 qu'en 1887; si en effet le mois de juillet pluvieux a nui à la qualité des grains dans les terres fortes, cette saison un peu anormale n'a pas été nuisible à Grignon, et enfin les mois de septembre et d'octobre ont été beaux, ce qui est une condition très favorable à la richesse en sucre, ainsi que nous l'avons observé depuis longtemps[1].

La lecture du tableau VI est très aisée, nous y avons indiqué d'abord le numéro des parcelles en expériences, puis la culture précédente qui partout est du blé, toutes les parcelles portant cette année des betteraves étant soumises à l'assolement quadriennal, betteraves, avoine, trèfle et blé. On a indiqué les fumures de 1887, celles de 1888, puis le poids des racines à l'hectare. La densité du jus a toujours été prise sur deux lots de betteraves échantillonnés de la façon suivante : on découvre le tas de racines préservé de la gelée par une couverture de feuilles; on prend au hasard un grand nombre de racines et on en compte 100; on les divise en trois lots : grosses, moyennes et petites, puis on prend un nombre proportionnel à chacune de ces divisions pour constituer un lot de dix betteraves. Si, par exemple, on a trouvé 20 grosses, 60 moyennes et 20 petites, on prend 2 grosses, 6 moyennes et 2 petites : puis une seconde fois 2 grosses, 6 moyennes et 2 petites. Ces racines sont coupées en deux dans le sens de la longueur et une moitié de chacune d'elles est râpée, on presse la râpure et on détermine la densité du jus.

Ce liquide purifié par le sous-acétate de plomb et le sulfate de soude est analysé au saccharimètre Laurent; les chiffres obtenus divisés par la densité du jus ont donné le coefficient par lequel il convient de multiplier la densité pour avoir la proportion centésimale du sucre.

La quantité de sucre contenue dans la betterave a été calculée par la formule $\frac{S \times 95}{100 + d}$ dans laquelle S est la proportion du sucre dans 100 de jus et de la densité.

Pour calculer la valeur de la tonne, on a admis le même accord que l'an dernier, 22 francs la tonne pour des betteraves de 6° 5 et 60 centimes en plus par chaque dixième de degré; on voit que les betteraves de la parcelle 40 ayant une densité de 7.6 valent 22 francs + (0 fr. 60 × 11) = 28 fr. 60.

1. Voy. *Ann. agr.*, t. X, p. 538.

Quant aux dépenses, elles ont été évaluées à 464 francs par hectare, comme l'an dernier, auxquels s'ajoute le prix des engrais, le fumier est compté à 10 francs la tonne[1], l'azotate de soude à 32 francs les 100 kilos, le sulfate d'ammoniaque à 36 francs. En retranchant les dépenses du produit brut, on calcule les bénéfices.

Les huit premières parcelles ont été ensemencées avec des graines, obtenues à Grignon, de betteraves qui provenaient elles-mêmes de nos propres graines, par conséquent elles sont séparées par deux générations des graines Vilmorin dont elles sont issues.

On ne saurait affirmer qu'elles aient dégénéré; en effet, si les betteraves provenant des graines Vilmorin achetées ont donné des densités de 8.2 et 9 ou 8.6 pour la moyenne, celle-ci est composée de nombres très disparates, cette densité de 9 est si exceptionnelle qu'on ne saurait s'en servir, sans scrupules, si d'autre part les racines de Grignon n'ont en moyenne qu'une densité de 8, ce chiffre est très homogène, l'oscillation est faible d'un lot à l'autre et une densité aussi forte ne prouve pas une modification bien profonde; si la qualité a baissé c'est donc de bien peu. En revanche les racines provenant des graines de Grignon fournissent des rendements beaucoup plus élevés que les racines Vilmorin et par suite le bénéfice est beaucoup plus fort quand on emploie les graines de Grignon que lorsqu'on sème les Vilmorin. Il faudrait pour que la culture de ces dernières fût avantageuse, que les fabricants consentissent à payer les betteraves d'une richesse exceptionnelle plus cher qu'ils ne le font en Seine-et-Oise, qu'on donnât, par exemple, 1 franc par dixième de degrés, ainsi que cela se pratique habituellement dans l'Aisne, le Pas-de-Calais, etc.

La parcelle 40 a reçu une très forte fumure, 50,000 kilos de fumier, 100 kilos d'azotate de soude et 100 kilos de sulfate d'ammoniaque; elle a donné une récolte de plus de 40,000 kilos de racines à l'hectare, mais la densité est seulement de 7.6 et la richesse en sucre, de 17.5, c'est le chiffre le plus faible de toute la série.

Les dépenses sont énormes puisqu'elles s'élèvent à 1,036 francs, mais, ainsi qu'il a été dit, elles sont fictives, le fumier étant compté à un prix qu'il n'atteint pas dans une exploitation bien conduite.

1. Il est bien évident que ce prix de 10 francs la tonne est tout à fait fictif; il faut supposer que ce fumier est acheté à la ville 6 francs la tonne, que le transport et l'épandage coûtent 4 francs.

Quoi qu'il en soit, en comparant les chiffres de 40 à ceux de 41, on voit combien une fumure moyenne est plus avantageuse; le poids de la récolte est presque le même, la richesse des betteraves est plus grande, par suite le prix de vente plus élevé; le produit brut est beaucoup plus fort et enfin le bénéfice quatre fois plus considérable.

L'influence fâcheuse exercée par l'excès d'engrais azoté sur la richesse en sucre vient confirmer une fois de plus ce que nous avons établi, M. Frémy et moi, il y a quinze ans[1].

J'ai insisté plusieurs fois sur l'action pernicieuse qu'exerce le sulfate d'ammoniaque sur le sol de Grignon. Je l'avais employé autrefois, sans doute à dose un peu forte; quand on n'en donne que 200 kilos à l'hectare comme dans la parcelle **41**, cette influence funeste n'est pas sensible; on remarquera en effet que la parcelle **42**, qui a reçu la même fumure de fumier que **41** mais sur laquelle l'azotate de soude a remplacé le sulfate d'ammoniaque, est légèrement inférieure comme richesse des betteraves et par suite comme produit brut.

La parcelle **44** est particulièrement intéressante; elle avait reçu l'an dernier 20,000 kilos de fumier, on a voulu cette année n'y employer que des engrais salins, mélange d'azotate de soude et de sulfate d'ammoniaque; la récolte a baissé dans une énorme proportion, on a récolté seulement 25,320 kilos à l'hectare. C'est donc une confirmation complète et cela pendant une saison pluvieuse, des résultats constatés en 1887, sur les graves inconvénients que présente, pour nos sols, la culture de la betterave à l'aide des engrais chimiques. On voit, par suite, combien il serait imprudent de généraliser ce qu'ont écrit quelques agronomes du nord, et d'établir comme règle que l'emploi du fumier doit être proscrit dans la culture de la betterave.

Les quatre parcelles **72**, **73**, **74** et **75** ont reçu la forte fumure de 60,000 kilos de fumier à l'hectare; ces parcelles sont annexées au champ d'expériences depuis peu d'années et sont bien loin de présenter la richesse des autres sols, c'est pour cette raison qu'on les a fumées si copieusement.

Les rendements sont tous supérieurs à 40,000 kilos, les densités sont sensiblement de 8; les différences qu'on peut remarquer ne sont pas assez profondes pour que nous croyions devoir les discuter.

1. *Ann. agron.*, t. Ier, p. 163.

La parcelle 42 a été ensemencée avec des graines Vilmorin, la récolte est faible malgré une fumure assez abondante, la teneur en sucre assez élevée ; on a eu tort sans doute de ne pas adjoindre au fumier la dose habituelle d'azotate de soude, la fumure de 50,000 kilos de fumier pour deux récoltes exigeantes comme le blé et la betterave est un peu maigre pour atteindre les hauts rendements.

Quand à la parcelle 71 la dose de fumier répandue est considérable ; elle est semblable à celle de 72 et de 74 pour les deux années 1887 et 1888, mais la qualité de la graine apparaît avec une netteté remarquable ; on a récolté des racines renfermant 21 grammes de sucre par décilitre de jus, c'est un des chiffres les plus élevés que nous ayons jamais constatés ; ce chiffre ne paraît pas fortuit, car il a été établi, ainsi que nous l'avons dit déjà, par deux déterminations concordantes : le lot n° 1 a donné 9 de densité et 20.6 de sucre pour 100 de jus, le lot n° 2 : 9.1 de densité et 21.5 de sucre pour 100 de jus.

En résumé nos expériences nous ont fourni des récoltes dépassant plusieurs fois 1,300 francs de produit brut à l'hectare, c'est évidemment un chiffre satisfaisant ; si le fumier provenait d'une exploitation où il ressort à une valeur minime, le bénéfice de ces cultures serait considérable.

Quant aux conclusions à tirer de ces expériences pour répondre aux deux questions posées en tête de ce paragraphe, elles découlent naturellement des faits exposés.

1° Des betteraves provenant de graines recueillies à Grignon depuis deux générations sont *peut-être* un peu inférieures comme qualité aux racines provenant des excellentes graines fournies par la maison Vilmorin, mais elles donnent un rendement plus élevé et par suite fournissent un revenu bien plus considérable ; nous ne saurions donc trop encourager les cultivateurs à préparer eux-mêmes leurs graines, en triant dans leurs récoltes des racines bien conformées, de grosseur moyenne, pesant de 300 à 400 grammes qui seront plantées comme porte-graines.

2° Sur les terres un peu légères comme les nôtres, la fumure au fumier est indispensable ; avec des engrais salins seulement, la récolte tombe de plus du tiers. Cette règle se déduit aussi nettement des expériences de 1888 que de celles de 1887.

# EXPÉRIENCES DIVERSES

RELATIVES A LA

# CULTURE ET A LA COMPOSITION DE L'ŒILLETTE

PAR

M. A. PAGNOUL
Directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais.

La culture de l'œillette, un peu délaissée aujourd'hui, pourrait peut-être redevenir, pour le nord de la France, une ressource importante, si les crises qu'a subies l'industrie sucrière venant à se renouveler et à s'accroître, la betterave cessait elle-même d'être suffisamment rémunératrice. Nous avons donc pensé à entreprendre quelques nouvelles recherches sur cette plante au sujet de laquelle nous avions déjà présenté, en 1877, une note insérée dans les *Annales agronomiques*, t. III, p. 205.

Deux séries de recherches ont été entreprises, cette année, dans le jardin même de la station; l'une relative aux engrais que réclame la plante, l'autre relative à sa composition dans le cours de la végétation.

### I. — Influence des divers éléments de l'engrais complet sur le développement de l'œillette.

Les essais relatifs aux actions spéciales des différents principes fertilisants sur les plantes ne conduisent souvent qu'à des résultats douteux et contradictoires lorsqu'ils sont effectués sur de vastes champs d'expériences, c'est-à-dire dans les conditions de la grande culture. On se trouve alors, en effet, en présence, non plus seulement de l'élément dont on veut déterminer l'influence, mais aussi de beaucoup d'autres conditions variables et souvent inconnues qui viennent troubler les résultats, de telle sorte que l'on peut s'égarer complètement en ne tenant compte, pour expliquer les effets produits, que du seul facteur que l'on a en vue. Il arrive ainsi parfois que deux expériences conduisent à des affirmations absolument contraires.

La principale cause de ces difficultés réside dans la composition si variable du sol, dans l'ignorance où l'on se trouve encore du degré d'assimilabilité des principes qu'il renferme et dans l'impos-

sibilité de mesurer exactement, par des réactions chimiques, ce pouvoir d'assimilation variable avec la nature des plantes, parce qu'il se rattache, non seulement aux propriétés des corps en présence, mais aussi sans doute à des phénomènes purement physiologiques.

Déjà, en 1884, nous avions cherché à éliminer en partie pour l'œillette cette cause d'incertitude en opérant avec un sable siliceux pur et par conséquent stérile. En 1885 et 1886, nous avions effectué des essais du même genre sur la betterave, avec l'obligeant concours de M. Dellisse. L'intérêt qu'ont présenté ces expériences nous a engagé à les reprendre cette année pour l'œillette à la station même où ils nous ont encore conduit à des résultats importants et dont la netteté surtout ne pouvait laisser aucun doute sur les conclusions à déduire.

Nous donnerons d'abord les résultats obtenus en 1884.

Les expériences ont été faites dans six pots de 30 centimètres de hauteur sur 5 décimètres carrés de surface, qui ont été à peu près remplis de sable. Le n° 1 n'a reçu aucun engrais et n'a été arrosé qu'avec de l'eau pure; les n$^{os}$ 2, 3, 4 et 5 n'ont reçu des engrais que par arrosages effectués dans le cours de la végétation avec les dissolutions suivantes :

Nitrate de soude en dissolution à 10 p. 100.

Chlorure de potassium à 10 p. 100.

Superphosphate à 5 p. 100 d'acide phosphorique.

Le n° 6 n'a d'abord reçu que 30 grammes de sang desséché avec arrosages à l'eau pure.

La levée a d'abord été nulle sur le n° 6. On a semé une seconde fois et on n'a encore obtenu que quelques plantes. On a alors arrosé avec le chlorure de potassium et le phosphate.

Les autres arrosages ont été faits :

Sur le n° 2 avec les trois dissolutions.

Sur le n° 3 avec le chlorure et le phosphate.

Sur le n° 4 avec le nitrate et le chlorure.

Sur le n° 5 avec le nitrate et le phosphate.

On a donc opéré ainsi :

Sur 1 sans aucun engrais.

Sur 2 avec engrais complet à azote nitrique.

Sur 3 avec engrais sans azote.

Sur 4 avec engrais sans phosphate.

Sur 5 avec engrais sans potasse.

Sur 6 avec engrais complet à azote organique.

On a semé dans les premiers jours de mars. Presque toutes les plantes étaient en fleurs le 13 juin et elles ont été arrachées le 12 juillet. Elles ont donc parcouru toutes les phases de leur végétation, mais sans atteindre néanmoins les dimensions auxquelles elles arrivent dans les conditions normales de culture en pleine terre.

Les plantes du n° 1 sont restées chétives et pâles et n'ont atteint qu'une dizaine de centimètres.

Celles du n° 2 sont toujours restées vigoureuses et d'un vert foncé.

Le n° 3 n'a encore donné que des plantes grêles et jaunissantes, mais qui ont atteint une hauteur beaucoup plus grande que celles du n° 1. Sur le n° 4 les feuilles étaient d'un vert foncé, mais la hauteur des plantes a été peu supérieure à celle du n° 1.

Le n° 5 différait à peine du n° 2.

Le n° 6 a présenté une particularité importante. On n'a pu y obtenir que quelques plantes qui, jusqu'à la fin de mai, sont restées chétives et pâles comme celles du n° 1. Mais à partir de ce moment leur développement s'est effectué d'une manière rapide et elles se trouvaient à l'arrachage beaucoup plus fortes et plus élevées que celles du n° 2. Il est donc évident que l'azote organique, à l'état de sang desséché, n'avait eu d'abord aucune action, mais qu'il a dû subir, vers le 15 mai, une transformation qui s'est rapidement accrue et a mis à la disposition de la plante une quantité de matière azotée assimilable beaucoup plus grande que celle qui était fournie, dans le n° 2, par le nitrate lui-même. Ce brusque changement dans les allures du végétal a permis de suivre, pour ainsi dire, les progrès de la fermentation nitrique qui a dû s'accomplir.

Pour rendre la comparaison des résultats plus facile, nous représenterons par 100 le poids moyen des plantes du n° 2 au moment de l'arrachage. Le poids d'une plante dans chacun des six pots sera alors représenté de la manière suivante :

| | Poids relatifs. |
|---|---|
| 1. Aucun engrais | 4.6 |
| 2. Engrais complet à azote nitrique | 100.0 |
| 3. Engrais sans azote | 31.2 |
| 4. Engrais sans phosphates | 20.2 |
| 5. Engrais sans potasse | 78.8 |
| 6. Engrais complet à azote organique | 303.0 |

Les différences considérables que présentent ces résultats ne peuvent laisser aucun doute sur l'influence spéciale de chacun des éléments dont l'ensemble constitue ce que l'on nomme un engrais complet. L'absence de l'azote a diminué le produit des deux tiers; la suppression de l'acide phosphorique l'a diminué des quatre cinquièmes, celle de la potasse l'a à peine diminué d'un quart, ce qui indique que pour l'œillette, de même que pour la betterave, la soude peut jusqu'à un certain point remplacer la potasse. Enfin l'azote organique, après sa nitrification, a été beaucoup plus efficace que l'azote fourni directement à l'état nitrique, ce qui tient sans doute à ce qu'il a été fourni plus abondamment, vu la forte proportion de sang desséché qui avait été mêlée au sable. Ce résultat montre aussi que l'œillette réclame de l'azote surtout dans la seconde période de sa végétation et que les engrais organiques doivent par conséquent lui convenir. Des expériences antérieures, faites dans des conditions normales de culture, nous avaient déjà conduit à admettre que les tourteaux conviennent particulièrement à cette plante.

Nous devons encore ajouter cependant que la levée s'étant faite très mal dans le pot n° 6, le nombre des plantes y était un peu inférieur à celui du n° 2, ce qui a pu contribuer aussi à en augmenter le développement. La différence eût sans doute été un peu moins grande si le nombre des plantes avait été le même.

Le poids des graines n'a pas été exactement déterminé dans cette expérience, mais il a paru être à peu près proportionnel au poids de la plante.

Une observation vient ici à l'appui de ce que nous disions en commençant. Dans l'expérience faite en 1877 sur le champ de la station, le rendement moyen des graines, sur sept parcelles ayant reçu une dose modérée de superphosphate, a été un peu supérieur à 16 hectolitres. Sur une dernière parcelle qui avait reçu une dose beaucoup plus forte de ces sels, il n'a pas atteint 14 hectolitres. On aurait donc pu conclure de ces résultats que l'acide phosphorique est, sinon nuisible, du moins inutile à l'œillette. Or, les chiffres que nous venons de citer prouvent qu'il est plus indispensable encore que l'azote et ceux qui vont suivre confirmeront ce fait d'une manière encore plus décisive. C'est que, en effet, la terre sur laquelle nous avons opéré en 1877 était d'une richesse exceptionnelle en acide phosphorique et que, d'un autre côté, une diffé-

rence de quelques hectolitres à l'hectare peut tenir à ces causes multiples dont il est impossible de se rendre compte dans une expérience de grande culture et qui ne conduisent souvent qu'à des conclusions arbitraires aujourd'hui dans un sens et demain dans le sens contraire.

Voici maintenant les expériences du même genre qui ont été faites dans le cours de cette année 1888.

Dix pots de 13 litres ont reçu chacun 16 kilos d'un sable siliceux pur. Le fond avait d'abord été recouvert d'une couche de graviers siliceux de deux centimètres d'épaisseur et l'ouverture inférieure avait été fermée par un rond de carton d'amiante.

Le sable avait été préalablement mêlé avec les engrais solides suivants :

| | | Grammes. |
|---|---|---|
| 1. | Aucun engrais. | |
| 2. | Phosphate d'Orville passé au crible n° 100 | 10 |
| | Phosphate de Pernes | 10 |
| | Sulfate de chaux | 20 |
| 3. | Même mélange. | |
| 4. | Phosphate d'Orville | 50 |
| | Sulfate de chaux | 20 |
| 5. | Sulfate de chaux | 20 |
| 6. | Id. | |
| 7. | Phosphate d'Orville | 20 |
| | Sulfate de chaux | 20 |
| 8. | Id. | |
| 9. | Même mélange que 2 et 3. | |
| 10. | Id. | |

Le reste des engrais a été introduit en arrosages pendant le cours de la végétation et on a préparé pour cela les dissolutions suivantes :

| | | Grammes. |
|---|---|---|
| Nitrate de soude contenant par litre | azote | 20 |
| Sulfate d'ammoniaque | azote | 20 |
| Chlorure de potassium contenant en KO | | 67 |
| Superphosphate contenant en $PhO^5$ | | 30 |

On prélevait ces dissolutions, pour chaque arrosage, avec une pipette de 5 centimètres cubes; on introduisait donc ainsi des quantités connues de potasse, d'acide phosphorique et d'azote et, avec le même volume, des quantités égales d'azote nitrique ou ammoniacal.

Ces engrais liquides ont été distribués ainsi :

1° Aucun engrais.

2° Sulfate d'ammoniaque, superphosphate, chlorure de potassium.

3° Nitrate de soude, superphosphate, chlorure de potassium.

4° Nitrate de soude, chlorure de potassium.

5° Nitrate de soude, superphosphate, chlorure de potassium.

6° Nitrate de soude, chlorure de potassium.

7° Nitrate de soude, superphosphate.

8° Superphosphate, chlorure de potassium.

9° Comme le n° 2.

10° Comme le n° 3.

Les n$^{os}$ 9 et 10 ont donc été traités exactement comme 2 et 3, avec cette seule différence qu'ils ont reçu, en juin, chacun 1 gramme de sulfate de fer en dissolution.

Les vases 2 et 3 étaient destinés à comparer les effets obtenus avec l'azote nitrique et avec l'azote ammoniacal.

Le n° 4, ne contenant l'acide phosphorique qu'à l'état de phosphate insoluble provenant des extractions d'Orville, devait nous faire connaître si ce phosphate était assimilable dans les conditions de l'expérience. Nous regrettons de ne pas avoir essayé comparativement de la même manière quelques autres phosphates naturels, tels que ceux de Pernes et ceux du Boulonnais.

Le n° 5 ne contenait, au contraire, l'acide phosphorique qu'à l'état soluble.

Le n° 6 ne contenait aucun phosphate ni soluble ni insoluble.

Le n° 7 avait reçu un engrais sans potasse et le n° 8 un engrais sans azote, tous deux avec les mêmes doses de phosphates solubles et insolubles.

Enfin les n$^{os}$ 9 et 10 étaient dans les mêmes conditions que 2 et 3, avec le sulfate de fer en plus.

Nous ajouterons, pour ce qui concerne le n° 7, que ce mot engrais sans potasse, signifie simplement que nous avons exclu le chlorure de potassium des matières introduites; mais il eût été impossible d'exclure complètement les traces de potasse qui pouvaient se trouver contenues dans le phosphate naturel et dans le sulfate de chaux mêlés au sable, dans le nitrate de soude et dans le superphosphate employés en arrosages et que contenait peut-être le sable lui-même. La potasse existait en effet dans le milieu où a vécu la plante puisqu'on l'a retrouvée dans ses cendres.

Nous donnerons d'abord les poids moyens de la plante dans

chaque pot, en représentant encore par 100, pour rendre la comparaison plus facile, celui du n° 2 obtenu avec l'engrais complet à azote nitrique.

| | Poids relatifs des plantes. Gr. |
|---|---|
| 1. Aucun engrais | 0.5 |
| 2. Engrais complet à azote ammoniacal | 76.5 |
| 3. Engrais complet à azote nitrique | 100.0 |
| 4. Engrais complet à phosphate naturel | 2.8 |
| 5. Engrais complet à superphosphate | 87.9 |
| 6. Engrais sans phosphates | 2.7 |
| 7. Engrais sans potasse | 92.9 |
| 8. Engrais sans azote | 7.4 |
| 9. Engrais complet à azote ammoniacal avec fer | 71.3 |
| 10. Engrais à azote nitrique avec fer | 74.3 |

On voit que les différences sont ici assez considérables pour ne laisser aucun doute sur les conclusions. Le poids ayant été à peu près nul sur la parcelle 1, le sable était suffisamment stérile. La plante n'a dû ici s'assimiler que les corps qui lui ont été fournis par l'air et par l'eau de pluie.

La comparaison des n° 2 et 3 montre que l'azote nitrique est plus efficace que l'azote ammoniacal, mais rend néanmoins évidente l'action de ce dernier, qu'il soit absorbé directement ou seulement après s'être nitrifié.

Les n°s 9 et 10 confirment ces conclusions et leur infériorité, relativement à 2 et 3, indique que l'addition du sulfate de fer a été tout au moins inutile.

La comparaison des n°s 4 et 5 est surtout importante. Les plantes y ont reçu les mêmes doses d'azote nitrique et de potasse, mais l'acide phosphorique n'a été introduit dans le n° 4 qu'à l'état de phosphate naturel, tandis qu'il l'a été dans le n° 5 par arrosages à l'état de superphosphate, d'où il faut conclure : 1° que l'acide phosphorique est indispensable au développement de l'œillette, et 2° que le phosphate naturel d'Orville, qui avait été employé, ne peut, dans les conditions de l'expérience, lui en fournir aucune trace. Si, en effet, nous comparons les n°s 4 et 6 qui ne diffèrent qu'en ce que 4 a reçu un phosphate naturel tandis que 6 n'a reçu aucune trace d'acide phosphorique, nous voyons que le résultat a été absolument le même sur l'un et sur l'autre.

Cependant 3 et 5 ne diffèrent qu'en ce que le premier seul a

reçu un phophate naturel, les arrosages au superphosphate ayant été les mêmes pour l'un et pour l'autre. Le phosphate naturel paraît donc avoir eu une certaine influence dans le n° 3. On pourrait peut-être supposer, pour expliquer le fait, que les arrosages au superphosphate effectués sur 3 ont exercé une certaine action sur le phosphate naturel pour lui permettre d'agir à son tour.

Les résultats du n° 7 montrent que la suppression de la potasse dans l'engrais n'a pas été sensiblement préjudiciable à la plante, et ceux du n° 8 mettent en évidence la nécessité de l'azote. La comparaison des n°s 6 et 8 indique même que l'acide phosphorique, pour le développement de l'œillette, est plus indispensable encore que l'azote, ce qui confirme ce que nous avions déjà obtenu en 1884. En résumé, au point de vue de la pratique culturale, il semble résulter des expériences qui précèdent qu'il faut fournir à l'œillette de fortes doses de superphosphate, que la plante réclame beaucoup d'azote surtout dans la dernière période de sa végétation et que cependant l'azote nitrique lui est plus favorable que l'azote ammoniacal; qu'il conviendrait, par conséquent, de lui fournir seulement une portion de l'azote nécessaire, à l'état de nitrate de soude mis avant de semer, pour satisfaire aux besoins de la première période et de forcer, au contraire, la proportion d'azote organique à l'état de tourteaux ou de sang desséché par exemple; enfin que l'introduction de la potasse dans l'engrais paraît assez inutile puisque sa suppression n'a pas entravé le développement de la plante dans un milieu qui ne devait en contenir que des traces, tandis que nos terres en contiennent généralement de 2 à 3 grammes par kilogramme. Ce fait prouve, à l'égard de la potasse, une grande facilité d'absorption, qui permet sans doute aux plantes de l'extraire même de ses combinaisons insolubles, et il peut expliquer pourquoi l'addition de sels de potasse solubles ne produit en général aucun effet sensible sur nos terres. Pour ce qui concerne l'œillette, il y aurait peut-être encore une autre raison, c'est que cette plante accepte la soude que l'on peut supposer remplir un rôle analogue à celui de la potasse.

Les plantes recueillies dans les pots 2, 3, 7, 9 et 10 ont été analysées. Le tableau I renferme les résultats obtenus.

Ce tableau montre d'abord que la proportion des matières azotées est plus forte dans les plantes des n°s 2 et 9, où l'azote a été introduit à l'état d'ammoniaque, que dans celles des n°s 3 et 10 où il

l'a été à l'état de nitrate de soude, et qu'elle est sensiblement inférieure dans les plantes du n° 7 où l'on n'a pas introduit de potasse.

TABLEAU I. — COMPOSITION DE LA PLANTE ENTIÈRE.

| | 2. ENGRAIS complet à azote ammoniacal. | 3. ENGRAIS complet à azote nitrique. | 7. ENGRAIS sans potasse. | 9. ENGRAIS complet à azote ammoniacal plus fer. | 10. ENGRAIS complet à azote nitrique plus fer. |
|---|---|---|---|---|---|
| Matière sèche........ | 17.10 | 18.88 | 16.62 | 17.55 | 19.48 |
| Eau................. | 82.90 | 81.12 | 83.74 | 82.45 | 80.52 |
| *Composition de la matière sèche :* | | | | | |
| Matières azotées..... | 16.80 | 14.26 | 12.61 | 16.25 | 14.21 |
| Sucre en glucose..... | 13.20 | 17.03 | 15.94 | 13.30 | 15.32 |
| Matières amylacées... | 8.46 | 5.75 | 4.40 | 9.64 | 5.12 |
| Cellulose............ | 25.00 | 22.52 | 23.36 | 24.63 | 24.10 |
| Matières grasses..... | 6.08 | 3.35 | 5.52 | 5.71 | 5.46 |
| Matières organiques diverses............. | 17.40 | 22.83 | 26.43 | 17.26 | 22.90 |
| Acide phosphorique.. | 1.17 | 1.08 | 1.29 | 1.95 | 1.19 |
| Cendres diverses..... | 11.29 | 13.18 | 10.45 | 11.26 | 11.70 |
| *Les cendres ont donné :* | | | | | |
| Alcalinité en $KO,CO^2$. | 1.01 | 4.25 | 2.66 | 1.05 | 4.96 |
| Chlorures en KCl..... | 4.39 | 2.26 | 1 43 | 3.86 | 2.16 |
| Sulfates en $KO,SO^3$... | 1.19 | 1.29 | 1.19 | 1.22 | 0.85 |
| KO correspondant à ces sels............... | 4.09 | 5.03 | 3 35 | 3.83 | 5.20 |
| KO trouvée directement.............. | 4.04 | 4.14 | 1.56 | 3.83 | 4.15 |
| KO en moins........ | 0.05 | 0.89 | 1.79 | 0.00 | 1.05 |
| KO exprimée en NaO. | 0.03 | 0 58 | 1.18 | 0.00 | 0.69 |

En consultant ensuite la composition des cendres solubles, nous voyons que dans les plantes arrosées au nitrate de soude, l'alcalinité est quatre fois plus forte que dans les plantes arrosées au sulfate d'ammoniaque ; que, dans ces dernières, la potasse nécessaire pour saturer les acides est sensiblement égale à la potasse dosée directement et que, par conséquent, il ne s'y trouve pas de soude; que cette base existe, au contraire, dans le rapport de 6 ou 7 de potasse pour 1 de soude, dans les plantes qui ont été arrosées au nitrate, et qu'enfin son poids est environ les trois quarts de celui de la potasse dans les plantes du n° 7, d'où l'on a complètement exclu le chlorure de potassium et, par conséquent, la potasse.

Nous remarquerons encore que la proportion des matières azotées varie en sens contraire de la soude absorbée. Elle est maxima,

comme nous venons de voir, dans les plantes nos 2 et 9 où la soude peut être considérée comme absente; elle est moindre dans celles des nos 3 et 9 où l'on a pu constater la présence de cette base; elle atteint son minimum dans les plantes du n° 7 où le poids de la soude est presque égal à celui de la potasse. C'est donc surtout à l'état de nitrate de potasse que l'azote peut pénétrer dans la racine. Si l'on introduit dans le sol du nitrate de soude et du chlorure de potassium, le double échange s'effectue et il se forme du nitrate de potasse facilement absorbable et du chlorure de sodium qui ne l'est pas dans la plupart des autres plantes, comme l'a établi M. Peligot, et qui l'est sans doute fort peu, même dans l'œillette. C'est ce que montre encore la comparaison des cendres fournies par les plantes des nos 2 et 3. Elles ont reçu une égale quantité de chlorure de potassium, mais les premières avec du sulfate d'ammoniaque, les autres avec du nitrate de soude. Or, la quantité de potasse est à peu près la même dans les unes et dans les autres; seulement, dans les premières, cette base est surtout à l'état de chlorure et l'alcalinité des cendres est en même temps très faible; dans les autres, l'alcalinité est quatre fois plus forte et le poids des chlorures deux fois plus faible.

Ainsi, dans les premières, le chlorure de potassium ne rencontrant pas de nitrates sur lesquels il puisse réagir, a été absorbé sans décomposition et probablement sans accomplir aucun rôle dans la végétation. Dans les autres, il a été en partie transformé et a contribué à former le nitrate de potasse dont l'absorption par la plante se trouve démontrée par la forte alcalinité des cendres.

Une autre conclusion importante nous semble encore se déduire de cette comparaison; c'est que la proportion d'azote étant précisément la plus élevée dans les plantes du n° 2 qui ne paraissent avoir absorbé que fort peu de nitrate, puisque leur potasse se trouve à l'état de chlorure, il faut admettre que cet azote a dû s'introduire en partie à l'état d'ammoniaque et que, par conséquent, l'azote ammoniacal peut être directement absorbé par les plantes, sans nitrification préalable.

Remarquons encore que ces résultats ne sont pas accidentels, car ils se reproduisent dans les nos 9 et 10 dont les plantes ont été traitées de la même manière.

En résumé il semble résulter de ce qui précède, que l'azote peut être absorbé par les plantes sous la forme ammoniacale mais qu'il

y pénètre surtout à l'état de nitrate ; que l'agent chargé de l'introduire est alors presque exclusivement la potasse et que, pour certaines plantes, lorsque cette base fait défaut, elle peut être suppléée quoique très imparfaitement par la soude.

### II. — Composition de l'œillette aux différentes périodes de sa végétation.

Isidore Pierre, dans un travail publié en 1860, a suivi la migration de l'azote et de l'acide phosphorique dans le blé et dans le colza et a démontré qu'ils s'élèvent vers la partie supérieure de la plante à mesure qu'elle s'approche de la maturité.

Nous avons cherché à suivre également cette migration dans l'œillette et à déterminer en même temps les transformations que subit la graine jusqu'à sa maturité.

Les plantes sur lesquelles nous avons opéré ont été cultivées en pleine terre dans le jardin de la station, mais la maturité s'est effectuée dans d'assez mauvaises conditions à cause des pluies abondantes de juin et de juillet et ces conditions exceptionnelles ont dû modifier un peu les résultats, l'évaporation, comme l'a établi M. Dehérain, jouant un grand rôle dans le transport et les transformations des principes immédiats et des substances minérales que renferment les plantes.

Voici d'abord le tableau II (p. 566) donnant la composition de la plante entière et de ses cendres.

Le poids pour 100 des matières azotées est à son maximum le 28 mai, lorsque le poids de la plante est à peu près de 1 gramme, et il va en décroissant d'une manière assez régulière jusqu'à la fin.

En calculant les poids absolus des matières azotées contenues dans la plante entière, on arrive aux chiffres suivants :

| | Gr. |
|---|---|
| 9 mai | 0.015 |
| 28 mai | 0.352 |
| 12 juin | 5.213 |
| 25 juin | 21.119 |
| 2 juillet | 23.208 |
| 21 juillet | 22.995 |

C'est donc surtout du 12 juin au 2 juillet qu'il faut mettre à la disposition de la plante la plus grande quantité d'azote. Du com-

mencement à la fin de juillet, les feuilles tendent à se dessécher, la plante mûrit, l'absorption de l'azote et la formation des matières azotées restent stationnaires.

TABLEAU II. — COMPOSITION DE LA PLANTE ENTIÈRE.

| | 9 MAI. | 28 MAI. | 12 JUIN. | 25 JUIN. | 2 JUILLET. | 21 JUILLET. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poids moyen de la plante en gr. | 0.05 | 0.99 | 16.70 | 83.54 | 95.98 | 137.20 |
| Matière sèche............... | 10.17 | 8.44 | 8.66 | 7.84 | 8.99 | 13.56 |
| Eau........................ | 89.83 | 91.56 | 91.34 | 92.16 | 91.01 | 86.44 |
| *Composition de la matière sèche :* | | | | | | |
| Matières azotées............. | 31.62 | 35.44 | 31.22 | 25.28 | 24.18 | 16.76 |
| Sucre et matières amylacées.. | 15.62 | 14.96 | 18.87 | 18.07 | 19.14 | 11.00 |
| Cellulose.................... | 8.25 | 7.92 | 10.85 | 14.94 | 17.07 | 27.86 |
| Matière grasse............... | 5.97 | 8.50 | 6.40 | 6.13 | 5.59 | 4.98 |
| Matières organiques diverses.. | 8.10 | 6.65 | 0.54 | 15.62 | 15.76 | 24.82 |
| Acide phosphorique.......... | 1.46 | 1.51 | 1.31 | 1.37 | 1.27 | 1.25 |
| Cendres diverses............. | 28.65 | 24.82 | 21.81 | 18.59 | 16.99 | 13.32 |
| *Les cendres ont donné :* | | | | | | |
| Alcalinité en $KO,CO^2$......... | 8.01 | 11.50 | 11.22 | 10.13 | 8.88 | 5.70 |
| Chlorures en KCl............ | 1.72 | 2.13 | 2.13 | 1.60 | 1.49 | 1.04 |
| Sulfates en $KO,SO^3$........... | 1.15 | 2.11 | 1.66 | 1.28 | 1.19 | 1.54 |
| KO correspondant à ces sels. | 7.18 | 10.33 | 9.88 | 8.64 | 7.84 | 5.07 |
| KO trouvée directement...... | 7.31 | 9.71 | 9.23 | 8.24 | 7.60 | 5.05 |
| KO en moins................. | ..... | 0.62 | 0.65 | 0.40 | 0.24 | 0.02 |
| KO exprimée en NaO........ | ..... | 0.41 | 0.42 | 0.26 | 0.11 | 0.01 |

Le sucre et les matières amylacées, calculés pour 100 poids de la plante, semblent croître un peu jusqu'au 2 juillet, époque à laquelle la végétation paraît atteindre son maximum d'action, puis il y a décroissance sensible jusqu'à la maturité, tandis que la cellulose augmente d'une manière presque régulière jusqu'à la fin et que les matières grasses, qui donnent un maximum le 28 mai, vont ensuite en diminuant.

L'alcalinité des cendres, qui atteint aussi son maximum le 28 mai, suit à peu près la même marche et il en est de même de la potasse.

Enfin, la potasse trouvée directement est fort peu inférieure à la potasse calculée d'après l'alcalinité, le chlore et l'acide sulfurique obtenus; il y a donc fort peu de soude. Le poids de la soude ne serait guère en moyenne que les 3 centièmes de celui de la potasse. Cette faible proportion pourrait faire craindre une erreur résultant de cette détermination indirecte, obtenue seulement par diffé-

rence; mais, on a vu plus haut que, dans un sable où l'on n'avait pas introduit de potasse et où l'on n'avait mis que de la soude, le poids de cette base avait été les trois quarts de celui de la potasse. L'erreur ici n'était pas possible et il faut admettre par conséquent que l'œillette est une plante capable d'absorber la soude lorsque la potasse lui fait défaut.

Voici, en second lieu, le tableau des résultats disposés dans le même ordre et obtenus en analysant les différentes parties de la plante le 25 juin, le 2 juillet et le 21 juillet (tableau III).

Chacun de ces trois essais nous a donné une progression rapidement croissante des matières azotées depuis la racine jusqu'au sommet de la plante. Cette progression s'étend jusqu'à la graine; mais, en analysant séparément la capsule et la graine, on trouve dans la capsule une richesse beaucoup moindre.

Le poids de l'acide phosphorique suit une marche tout à fait semblable, en s'abaissant dans la capsule pour remonter ensuite dans la graine et il en est de même de la matière grasse avec un accroissement considérable dans la graine. Celle-ci, en effet, encore à l'état pulpeux et contenant 85 pour 100 d'eau renferme déjà, *à l'état sec,* une proportion de matière grasse peu inférieure à celle qu'elle renfermera à la maturité.

Le sucre et les matières amylacées qui paraissent atteindre leur maximum dans le bouton, avant la floraison, éprouvent ensuite une diminution rapide dans la capsule et surtout dans la graine.

La cellulose va constamment en décroissant de la racine vers le sommet et vers la graine.

Enfin, si on fait la somme des matières sucrées et amylacées, de la cellulose et de la matière grasse, d'une part dans le bouton et d'autre part dans la capsule et les graines ensemble, on trouve que cette somme est à peu près la même; mais, tandis que le bouton contient en nombres ronds 30 de matières amylacées et 7 de matières grasses, la graine contient 6 des premières et 37 des autres. Ces relations paraissent donc montrer une transformation des matières amylacées en matières grasses.

Ces trois essais donnent, pour les cendres, un maximum d'alcalinité dans la tige, et cette alcalinité décroît, même assez rapidement à mesure qu'on s'élève dans le sommet, dans le bouton, dans la capsule et surtout dans la graine.

La potasse suit naturellement des variations parallèles aux pré-

TABLEAU III. — COMPOSITION DES DIFFÉRENTES PARTIES DE LA PLANTE.

| | 25 JUIN. | | | 2 JUILLET. | | | | 21 JUILLET. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | racines. | tiges. | sommets | racines. | tiges. | sommets. | boutons. | racines. | tiges. | sommets. | capsules. | graines. |
| Poids moyen pour une plante...... | 7.87 | 48.78 | 26.89 | 7.87 | 62.22 | 22.22 | 3.67 | 9.00 | 75.20 | 37.90 | 10.20 | 4.90 |
| Matière sèche.................... | 10.04 | 6.49 | 6.65 | 11.79 | 8.00 | 10.32 | 11.70 | 17.17 | 12.93 | 13.61 | 14.15 | 15.04 |
| Eau.............................. | 89.96 | 93.51 | 90.35 | 88.21 | 92.00 | 89.68 | 88.30 | 82.83 | 87.07 | 86.39 | 85.85 | 84.96 |
| *Composition de la matière sèche :* | | | | | | | | | | | | |
| Matières azotées................. | 14.58 | 20.20 | 34.73 | 12.07 | 24.25 | 28.75 | 25.32 | 7.49 | 15.52 | 20.82 | 15.23 | 27.68 |
| Sucre et matières amylacées....... | 16.49 | 19.09 | 17.33 | 10.84 | 18.95 | 20.92 | 29.78 | 2.78 | 8.48 | 17.66 | 12.69 | 5.67 |
| Cellulose........................ | 30.31 | 17.31 | 7.44 | 36.45 | 17.62 | 9.47 | 9.42 | 39.61 | 31.83 | 22.16 | 14.60 | 12.80 |
| Matière grasse................... | 1.92 | 5.14 | 8.63 | 1.27 | 5.06 | 8.26 | 6.88 | 0.94 | 3.34 | 5.03 | 4.15 | 36.70 |
| Matières organiques diverses....... | 16.28 | 15.47 | 15.61 | 26.93 | 12.39 | 17.79 | 19.95 | 32.53 | 24.14 | 21.48 | 45.82 | 7.73 |
| Acide phosphorique............... | 1.30 | 1.28 | 1.48 | 1.14 | 1.23 | 1.34 | 1.47 | 0.97 | 1.29 | 1.43 | 0.77 | 2.26 |
| Cendres diverses.................. | 19.12 | 21.51 | 14.83 | 11.30 | 20.50 | 13.47 | 7.18 | 15.68 | 15.40 | 11.42 | 6.74 | 7.16 |
| Total................. | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| *Les cendres ont donné :* | | | | | | | | | | | | |
| Alcalinité en $KO,CO^2$.............. | 8.28 | 12.33 | 7.99 | 8.36 | 10.27 | 6.73 | 4.35 | 5.72 | 7.33 | 3.65 | 2.45 | 1.26 |
| Chlorures en KCl................. | 0.54 | 2.26 | 1.37 | 0.58 | 1.76 | 1.42 | 0.54 | 0.53 | 1.31 | 1.03 | 0.35 | 0.15 |
| Sulfates en $KO,SO^3$............... | 0.62 | 1.59 | 1.10 | 0.62 | 1.70 | 1.56 | 1.00 | 0 49 | 1.55 | 1.93 | 1.18 | 1.24 |
| KO correspondant à ces sels....... | 6.25 | 10.68 | 6.89 | 6 41 | 9 03 | 6.31 | 3.68 | 4.49 | 6.67 | 4.19 | 2.43 | 1.62 |
| KO trouvée directement........... | 6.10 | 10.13 | 6.59 | 5.90 | 8.76 | 6.03 | 3.75 | 3.94 | 6.34 | 4.06 | 2.72 | 2.08 |
| KO en moins...................... | 0.15 | 0.55 | 0.30 | 0.51 | 0.27 | 0.38 | ..... | 0.55 | 0.33 | 0.13 | ..... | ..... |
| KO exprimée en NaO............ | 0.10 | 0.36 | 0.20 | 0.33 | 0.17 | 0.18 | ..... | 0.36 | 0.21 | 0.08 | ..... | ..... |

cédentes, mais il se présente ici, en outre, une observation fort importante : c'est que la proportion de soude diminue à mesure qu'on s'élève et que cette base n'existe même plus dans le bouton, dans la capsule et dans les graines où la potasse trouvée a même été un peu supérieure à la potasse calculée. Ce fait semble mettre en évidence la difficulté qu'éprouve la soude à pénétrer dans les tissus de la plante et il est intéressant de le rapprocher de cet autre fait industriel que les eaux d'exosmose, provenant du travail des mélasses de sucrerie, ne renferment que des sels de potasse, quoique les mélasses soumises à ce travail renferment aussi de la soude.

Enfin, les graines dont nous venons de donner la composition pour le 21 juillet ont été analysées les 4, 13 et 25 août. Le tableau suivant renferme les résultats des quatre analyses.

TABLEAU IV. — COMPOSITION DES GRAINES.

| | 21 JUILLET. | 4 AOUT. | 13 AOUT. | 25 AOUT. |
|---|---|---|---|---|
| Matière sèche............... | 15.04 | 47.60 | 55.41 | 88.98 |
| Eau........................ | 84.96 | 52.40 | 44.59 | 11.02 |
| *Composition des graines sèches :* | | | | |
| Matières azotées............. | 27.68 | 25.54 | 26.21 | 27.22 |
| Sucre et matières amylacées. | 5.67 | 4.85 | 6.41 | 5.03 |
| Cellulose.................... | 12.80 | 18.42 | 16.91 | 13.00 |
| Matière grasse............... | 36.70 | 38.73 | 41.00 | 46.00 |
| Matières organiques diverses. | 7.73 | 3.06 | 1.84 | 1.58 |
| Acide phosphorique......... | 2.26 | 2.12 | 2.49 | 2.44 |
| Cendres diverses............ | 7.16 | 7.28 | 5.14 | 4.73 |
| Total................ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| *Les cendres ont donné :* | | | | |
| Alcalinité en $KO,CO^2$......... | 1.26 | 0.63 | 0.52 | 0.60 |

On voit, d'après ce tableau, qu'à partir du moment où la graine commence à se former, alors qu'elle renferme près de 85 pour 100 d'eau, jusqu'au moment où elle est arrivée à maturité et n'en contient plus que 11 pour 100, sa composition, à l'état sec, varie peu. Les proportions d'azote et d'acide phosphorique restent, en effet, à peu près constantes. Les matières grasses suivent, il est vrai, une progression croissante, mais qui ne peut être très rapide, puisque la graine encore pulpeuse en contient déjà, le 21 juillet, près de

37 pour 100 de son poids. La décroissance n'est assez régulière que sur les cendres et sur les corps de nature inconnue que nous désignons sous le nom de matières diverses.

L'alcalinité des cendres subit aussi une faible décroissance, et la proportion des cendres solubles était même devenue trop faible pour qu'il y ait eu encore quelque intérêt à les déterminer.

---

## REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

### Chimie agricole.

**De l'influence de l'alimentation sur le point de fusion et la composition chimique du beurre**, par AD. MAYER[1]. — L'attention de M. Mayer, directeur de la station agronomique de Wageningen, a été attirée sur la qualité du beurre de la Frise par ce fait que le beurre de cette contrée, exporté en Angleterre, y est moins estimé que celui du Danemark, parce que, d'après un praticien expérimenté, il est moins ferme. Il est clair que la trop grande fusibilité du beurre peut devenir une cause de dépréciation, par rapport à un autre produit également agréable au goût, surtout quand il s'agit de l'approvisionnement d'une grande ville où la marchandise reste souvent exposée plusieurs jours à la chaleur des magasins.

On a émis des opinions très diverses en partie contradictoires sur l'influence de l'alimentation sur le point de fusion du beurre. M. Mayer a été mis sur une nouvelle piste par un praticien danois qui voyageait en Hollande pour y étudier la laiterie. Il apprit ainsi que le Danemark était moins riche en prairies naturelles que la Hollande, qu'on y nourrit le bétail surtout avec les produits de l'agriculture, tandis qu'en Hollande les pâturages et le foin additionné d'un peu de tourteaux de lin forment la base de l'alimentation.

Dans le Danemark, la lactation la plus active tombe en hiver, tandis qu'en Hollande on s'arrange de manière à ce que les vaches vêlent au premier printemps pour que la lactation la plus intense coïncide avec l'abondance des fourrages verts. En résumé le beurre du Danemark est du beurre de vacherie, celui de la Hollande du beurre de pâturage. Il était donc indiqué de rechercher quelles sont les relations entre la consistance et la composition chimique du beurre et le mode d'alimentation soit avec de l'herbe, soit avec d'autres produits agricoles.

Les expériences ont été faites sur une seule et même vache nord-hollandaise bonne laitière, qui a été soumise alternativement à divers régimes pendant des périodes de quatorze jours. On a déterminé le poids spécifique et les corps gras d'après la méthode de Sonhlet, la matière sèche d'après Fleischmann-Morgen; on a fixé en outre les points de fusion et de solidification des corps gras ainsi

1. *Landwirthsch. Vers.-Stat.*, XXXV, 261.

que leur densité et enfin la quantité d'acides gras volatils d'après la méthode de Reichard.

Un tableau qui occupe deux pages résume les résultats de ces déterminations.

Nous nous bornerons à reproduire ici les conclusions telles que l'auteur les formule à la fin de son mémoire.

1° Le taux des acides gras volatils s'élève et s'abaisse avec la densité de la graisse du beurre.

2° Le point de fusion des corps gras du beurre n'est en relation ni avec la densité ni avec le taux des acides volatils; il dépend plutôt de la quantité d'oléine que de celle de la butyrine, caproïne et consorts.

3° Le taux des acides gras volatils du beurre (et par conséquent sa densité) varie pour la même vache dans des limites beaucoup plus larges qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent, quand l'animal est soumis à différentes conditions.

4° Le taux des acides gras volatils dépend de la période de la lactation et tombe avec sa durée.

5° Il dépend en outre au plus haut degré de l'alimentation (contrairement à ce qu'avait annoncé Nilson). Les betteraves, l'herbe des pâturages, le trèfle vert sont les plus favorables; vient ensuite le foin et en dernière ligne l'herbe ensilée.

6° Le point de fusion de la graisse du beurre dépend également de l'alimentation. Le foin et l'herbe ensilée ont fourni le beurre le moins fusible, viennent ensuite les betteraves; les fourrages verts, herbe ou trèfle, ont donné le beurre le plus fusible.

7° Le point de solidification monte et descend avec le point de fusion, mais les différences sont moins marquées.

8° La pâture agit favorablement sur le rendement en lait et en beurre quand il s'agit d'une race qui y est habituée.

**La cause de l'absence des nitrates dans les arbres forestiers**, par M. E. Ebermayer[1]. — Plusieurs observateurs nous ont appris dans ces derniers temps que les organes aériens des plantes ligneuses ne renferment jamais de nitrates. Il est probable qu'il s'agit ici des plantes ligneuses, arbres et arbustes récoltés en pleine forêt. L'auteur a eu l'idée de chercher des nitrates dans le sol riche en humus des forêts et dans l'eau qui a traversé le sol. Il s'est servi de la diphénylamine qui, employée en même temps que l'acide sulfurique, donne une coloration bleue en présence des nitrates. Il a trouvé que le sol des forêts est entièrement privé de nitrates ou qu'il n'en renferme que de très faibles traces. La particularité des arbres forestiers que nous venons de rappeler est donc facilement explicable. Les arbres cultivés dans un champ bien fumé ou dans un jardin, donnent toujours la réaction des nitrates[2].

1. *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 1888, p. 217-221. — *Bot. Centralbl.*, XXXVI, p. 40.

2. Cette absence presque absolue des nitrates dans les sols forestiers a été observée depuis longtemps par M. Boussingault et plus récemment par M. E. Bréal (*Ann. agron.*, t. XIII, p. 561).

*Le Gérant* : G. Masson.

# TABLE

## DES MATIÈRES DU TOME XIV

# TABLE

## PAR ORDRE DE MATIÈRES

# TABLE

## PAR NOMS D'AUTEURS

Pages.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2

